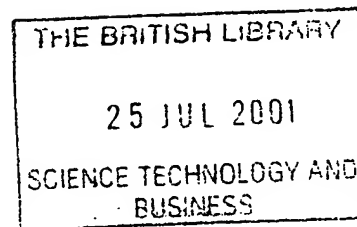




0744527

PATENT NO EP (UK).....



TRANSLATION OF EUROPEAN PATENT (UK)
UNDER SECTION 77 (6) (a)

Best Available Copy



54/77

**Filing a translation in connection with
 a European patent or a European
 patent application**

(See the notes on the back of this form)

The Patent Office

Cardiff Road
 Newport
 South Wales
 NP10 8QQ

1. Your reference
 ADW/11467

2. European patent number or publication
 number of application (or International
 publication number (see note (e)))
 0 744 527

3. Full name and address of the or of each
 applicant for or proprietor of the
 European patent (UK)
 Baker Hughes Incorporated,
 3900 Essex Lane, Suite 1200,
 P.O. Box 4740, Houston,
 Texas 77210-4740,
 U.S.A.

4. What kind of translated document listed at
 note (c) are you sending with this form?
 1(i)
 (Answer by writing 1(i), 1(ii), 1(iii) or 2)

5. Date when the European patent (UK) was
 granted or amended
 11th July 2001
 (See note (f))

6. Full name, address and postcode in the United
 Kingdom to which all correspondence relating
 to this form and translation should be sent
 GRAHAM WATT & CO.
 RIVERHEAD
 SEVENOAKS
 KENT
 TN13 2BN

Patents ADP number (if you know it)
 1685001

7. Do you want the address in part 6 above to
 be the address for service recorded on the
 Register or to replace the address for service
 currently on the Register?
 Yes
 (If so then write 'YES')

8. Signature
 Date
 GRAHAM WATT & CO. 2nd July 2001

9. Name and daytime telephone number of
 person to contact in the United Kingdom
 A.D. WADESON - 01732 450055

Notes

- a) If you need help to fill in this form or you have any questions, please contact the Patent Office on 0645 500505.
- b) Write your answers in capital letters using black ink or you may type them.
- c) This form must be used when filing:

1) a translation into English of:

- i) the patent specification of a European patent (UK) as it has been or will be granted (Section 77(6)(a) applies);
- ii) the amendment of a specification of a European patent (UK) (Section 77(6)(b) applies); or
- iii) the claims of an application for a European patent (UK) (Section 78(7) applies); or

2) the correction of a translation of a specification of a European patent (UK), or of an application for a European patent (UK) (Section 80(3) applies).

You must file two copies of this form and two copies of the translation. If you want to file different translations you must use a separate form for each different translation.

Translations under (1)(i) and (1)(ii) above must include the drawings, if any, regardless of whether the drawing contain any translated text.

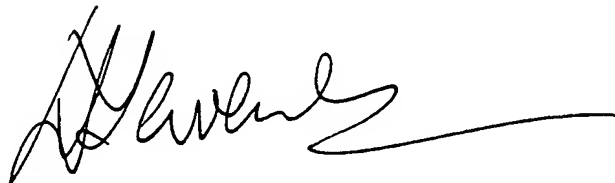
- d) The translation must be verified as corresponding to the original text and it should bear the patent or publication number. An acceptable form of verification is "I (name and address of the translator) hereby declare that I am the translator of the documents attached and certify that the following is a true translation to the best of my knowledge and belief".
- e) The international publication number should be given only when paragraph 3(1)(b) of Schedule 4 to the Patents Rules 1995 applies in the case of an application published under the Patent Co-operation Treaty.
- f) You should state in part 5 the date on which the grant or amendment of the European patent (UK) was mentioned in the European Patent Bulletin or if it has not yet been mentioned, the date on which it will be. If you have approved the text in which the European Patent Office intends to grant a European patent (UK), but you have not yet been told of the 'grant date', you can still file a verified translation of the specification but in this case you should leave part 5 blank.
- g) Once you have filled in the form you must remember to sign and date it.
- h) For details of the fee payable with this form, please contact The Patent Office. If you are paying from abroad, payment can be made, for example, by:
 - 1) Eurocheque payable in sterling (this is the easiest method and is a service available from your local bank).
 - 2) Foreign cheques in sterling (drawn on a UK branch of the bank).
 - 3) International Money Order or Postal Order in Sterling.

PATENTS ACT, 1977

IN THE MATTER OF
European Patent No. 95 107 863.3
Application No. 0 744 527
in the name of
BAKER HUGHES INC.

I, DENNIS STANLEY TAVENER, Fellow of the Institute of Linguists and Member of the Institute of Translation and Interpreting, of 52 Garden Wood Road, East Grinstead, West Sussex RH19 1JU, hereby certify that I am the translator of the attached document and that it is a true translation to the best of my knowledge and belief of the above-mentioned European Patent.

Signed this 26th day of June 2001



.....
(Dennis S. Tavener, FIL., MITI)

The invention relates to a method of and an apparatus for transmitting data available at the surface to a data receiver disposed below ground in a bore hole, in accordance with the preamble to claims 1 to 7.

US-A-4 471 843 discloses such a method and such an apparatus and is deemed to be the nearest prior art.

In the case of a further known method of this type (US-A-5 332 048), the volumetric flow of circulating medium generated by the drilling and circulating pump is altered by sequential switching of the pump on and off. The sensor is thereby constructed as a flow switch which informs the data receiver of the on/off status of the flow of circulating medium, said data receiver then further processing the switching signals while taking into account their time-related sequence. Data transmitted and processed in this way can then trigger appropriate consequences, for example the presetting of an altered drilling direction for a directional drilling tool.

The successive switching of the drilling mud pump or pumps on and off again exposes them to considerable strain while they are in operation and the result is considerable wear and tear. At the same time however the drilling operation is adversely affected by the interruption in the drilling process while data is being transmitted, which can reduce drilling progress and the effective life of the drill head regardless of whatever special construction this may be. This applies particularly to data transmission procedures which take a considerable time on account of the quantity of data to be transmitted.

The invention is concerned with the problem of suffering minimal adverse effect on drilling operations due to the transmission of data to an underground data receiver carried out by simple means which operate substantially without wear and tear.

The invention resolves the problem by a method having the characterising features set out in claim 1 and by an apparatus having the characterising features set out in claim 7. With regard to further essential developments, reference is made to claims 2 to 4 and 8 to 16.

The method and apparatus according to the invention leave the drilling mud pump or pumps in an unchanged operating mode while data is being transmitted so that they constantly work under optimum conditions. The influencing of the constant volumetric flow generated by the drilling mud pump and independently of the pump operation makes it possible to alter volumetric flow in a pulsed fashion which is independent of the start-up and shut-down characteristics of the pump(s) and which only has to take transmission-technical parameters into account. Since during periods of data transmission circulating medium circulates in a constant and only fluctuating volumetric flow, adequate removal of drilling fines from the cutting area of the drill head and cooling of its cutting members can be guaranteed so that the drilling operation can be continued even over relatively long periods of time for data transmission with adverse effects. Since the frequency, the amplitude and flank pattern of the altering pulses of the volumetric flow of the circulating medium can be chosen substantially freely and linked to one another, reliable transmission of data can be guaranteed even if, while data is being transmitted to an underground data receiver in accordance with the invention, data is being simultaneously transmitted from an underground data store to an above-ground data receiver.

The structure means required are confined to a simple controlled branch pipe which can be operated with virtually no wear and tear, and to a volumetric flow meter which can likewise be produced at minimal structural cost. Constructing the volumetric flow meter as a turbine which is subject to the flow of circulating medium in the drill line, with a measured value transmitter in the form of a generator driven by the turbine, permits of particularly precise acquisition of variations in volumetric flow while at the same time the complication and costs are minimised since the turbine with the generator can at the same time be used as an underground voltage source to operate electrical and/or electronic consumer devices.

Further details and advantages of the invention will emerge from the ensuing description of an embodiment of the object of the invention which is shown in greater detail in the attached drawings, in which:

- Fig.1 is a diagrammatic overall view of a drilling plant with various partial zones;
 Fig.2 is a details view of a modified embodiment of the means of controlling the shut-off valve in the branch pipe;
 Fig.3 is a broken away partial section through the drilling tool in the region of the data receiver;
 Fig.4 illustrates the pulse-like pattern of a variation in volumetric flow according to the invention, during the transmission of signals;
 Fig.5 is a modified configuration of the pulse pattern, and
 Fig.6 is a diagram illustrating the winding voltage of the generator in relation to time.

Fig. 1 illustrates a drilling plant for drilling in underground formations with a drill tower 1 for constructing and driving a drill line 2 which has a swivel head 3 at its top end 3 and a drilling tool 4 at its bottom end. The drilling tool disposed in the bore hole 5 comprises a housing 6, stabilisers 7, 8 and a portion 9 with stabiliser ribs 10 which can be extended and retracted in a controlled fashion. The portion 9 is mounted on and is adapted to rotate about the tool spindle 11 and in relation to the housing 6 while in operation it is rotationally rigid in the bore hole 2 whereas the drilling tool 4, together with the drill head 12, for example a rotary drill bit or roller bit, can be caused to rotate by means of the drill line 1.

Furthermore, the drilling installation comprises an only diagrammatically shown drilling mud tank 13 in which there is a supply of circulating medium 14, one (or a plurality of parallel or series-connected) drilling mud pump(s) 15, of which the inlet connector(s) 15' extend(s) into the supply of circulating medium, a main pipe 16 which connects the drilling mud pump 15 to the swivel head 3, and a return pipe 17 which is connected to a header 18 at the top of the bore hole 5 and which discharges into the drilling mud tank 13. Through the return pipe 17, circulating medium is transferred to the drilling mud tank 13 from the annular space 19 between the wall of the bore hole and the drill line 2.

In operation, the drilling mud pump 15 delivers circulating medium 14 in a circuit in the direction of the arrow 20 from the drilling mud tank 13 downwards through the interior of the drill line 2 and drill head 12 and subsequently in the direction of the arrow 21 upwards through the annular space 19 between the drill line 2 and the bore hole wall and onwards to the drilling mud tank 13. The drilling mud pump 15 is driven by a diagrammatically shown drive motor 22 of constant output and accordingly delivers circulating medium 14 in a constant volumetric flow to the main pipe 16.

Connected to the main pipe 16 and discharging into the drilling mud tank 13 is a branch pipe 23 into which a shut-off valve 24 which can be actuated by hand or by any suitable drive means 25 is incorporated. The drive 25 can be controlled by an electronic control and monitoring device (not shown in Fig. 1), by means of which sequential changes in volumetric flow can be effected automatically, as will be dealt with hereinafter. By means of the shut-off valve 24, the branch pipe 23 can be completely isolated or made completely available for the through flow of a partial flow of circulating medium, the direction of flow of which is illustrated by the arrow 26. Downstream of the shut-off valve 24 there is a throttle 27 by which the maximum amount of volumetric flow change brought about by opening the branch pipe 23 can be predicted, which enters that part of the main pipe 16 which is situated after the branching point and therefore enters the circulating medium circuit.

In the case of the embodiment of shut-off valve 24' according to Fig. 2, the shut-off member 28 is actuated by a pressurised medium drive 29 subject to the action of a control valve 30 which applies a pressurised medium to it, for example compressed air from a pressurised medium storage means 31. The control valve is connected by pressurised medium lines 32, 33 to the pressurised medium store 31, there being incorporated into the pressurised medium line 33 a switching valve 34 controlled for example by an electronic control and monitoring unit 35 which preferably consists of or comprises an electronic computer. By means of the regulating valve 30, it is possible to regulate the speed at

which the shut-off member 28 opens and closes. At the same time, it is possible to move to intermediate positions between the opened and closed positions of the shut-off member 28.

The preferred variation in volumetric flow which is illustrated is carried out above ground but in principle, the variation can be made anywhere downstream of the pump(s) which is situated upstream of the underground sensor which detects the variation in volumetric flow.

In the case of the example of embodiment illustrated, there is in the housing 6 of the drilling tool 4 and subject to the action of the flow of circulating medium in the drill line 2, a turbine 36, the guide wheel 37 of which is rigidly connected to the housing 6 and the rotor 38 of which is supported by bearings 40, 41 on a central supporting member 39 fixed in the housing 6 by a stator carrying and centring part 39, so that the rotating blade ring 42 is able to rotate in the direction of the arrow 43. At the same time, the turbine rotor 38 forms the rotor housing of a generator which carries magnets 44 and encloses a winding package 45 mounted on the supporting member 39. The output voltage is applied via an electrical connecting line 46 to an electronic processing unit indicated diagrammatically at 47 and which is at the same time the data receiver and which may for example be part of an electronic device for controlling the directional drilling tool 4.

In order to carry out a process of data transmission in respect of data available at the surface to the underground data receiver 47, during uninterrupted drilling operations, the shut-off valve 24, 24' is actuated in such a way as to open the branch pipe 23 so that in the flow of circulating medium in the drill line 2 and also in the region of the turbine 36, there is a reduction in volumetric flow which results in a reduction in the rotary speed of the rotor 38 of the turbine 36. This variation in rotary speed which is proportional to the variation in volumetric flow is detected by the data receiver 47 as a signal which counts for example the number of passages through zero in relation to time of the winding voltage curve 48 shown in Fig. 6. In Fig. 6, the winding voltage is associated with the

ordinate 49 while the time is associated with the abscissa 50 of the co-ordinates; intersection and the time period 51 corresponds to one complete rotation of the turbine/generator rotor 38.

Closing the shut-off valve 24, 24' increases the volumetric flow of circulating medium 14 in the region of the turbine 36, with the result that the increase is understood by the data receiver 47 to be a further processable signal.

Instead of the preferred turbine/generator combination which in many applications is in any case required for supplying underground consumer devices, it is also possible to use any other suitable volumetric flow meter. Also, instead of a generator, it is possible to associate with the turbine any other rotary speed sensor, for example sensors which operate on the centrifugal force or punched disc principle.

According to the manner of actuation and the design of the shut-off valve, so a pulse-like pattern can be imposed on the variations in volumetric flow, as illustrated for example by the trace 52 in Fig. 4, illustrating the variation in volumetric flow in relation to time.

The pattern or steepness of the pulse flanks 53 depends thereby upon the way in and speed at which the shut-off member of the shut-off valves 24, 24' is actuated. In accordance with the variations in volumetric flow, so also the generator voltage changes, as can be seen from Fig. 5, in which by way of example the generator voltage is plotted in relation to time.

In order to vary the pulse pattern, the time span between commencement and completion of a partial flow branch-off, the proportion of branched-off partial flow in relation to the total flow of circulating medium delivered by the circulating mud pump 15 and/or the time-related pattern of commencement and/or completion of the branching-off of circulating medium can be varied. Preferably, the variations in volumetric flow are illustrated by signals coded as a digital sequence and which are adapted to trigger any

desired consequential actions.

Data transmission is independent of the type of data which is to be transmitted. It is possible to transmit both control signals for a directional drilling tool, signals for switching over operating modes of individual components of the underground system, depth data, stop-and-start signals to an underground transmitter, etc., so that the transmission of data in accordance with the invention can find universal application. If the control device is constructed as an electronic computer, it is also possible to perform automatic data exchange operations on the lines of an automatic reaction to the data received in the data content.

Patent claims

1. A method of transmitting data present at the surface to a data receiver disposed underground in a bore hole, in particular a receiver unit in a drilling implement, during drilling operations, and in which at least one surface-moulded drilling mud pump pumps a circulating medium around in a circuit from a drilling mud tank downwards through the interior of a drill line and a drill head and upwards in the annular space between drill line and bore hole wall and on to the drilling mud tank, the volumetric flow of circulating medium being altered in order to transmit data and the alteration being detected and evaluated by the data receiver, characterised in that the volumetric flow of circulating medium generated by the drilling mud pump is altered in a zone situated downstream of the said pump.
2. A method according to claim 1, characterised in that the volumetric flow is altered by branching a partial flow from the volumetric flow of circulating medium which is generated by the drilling mud pump.
3. A method according to claim 2, characterised in that the branched-off partial flow is fed back to the drilling mud tank.
4. A method according to one of claims 1 to 3, characterised in that the length of time between the start and finish of a partial flow being branched off is varied.
5. A method according to one of claims 1 to 4, characterised in that the branched-off partial flow is varied in its proportion of the total flow of circulating medium which is delivered by the drilling mud pump.
6. A method according to one of claims 1 to 5, characterised in that at the start and/or at the end of a branching-off process the proportion of the total flow of circulating medium which is represented by the branched-off partial flow is increased from zero to

maximum or is reduced from maximum to zero, in either case steplessly or in several stages.

7. An apparatus for transmitting data available on the surface to a data receiver (47), particularly a receiver unit in a drilling tool (3) disposed underground in a bore hole, during drilling operations, with a drilling mud tank (13), at least one drilling mud pump (15), a main pipe (16) connected to the drilling mud pump (15) and leading to the top end of the drill line (2) and a sensor associated with the data receiver and responding to variations in the volumetric flow in the drill line (2), characterised in that a branch pipe (23) controlled by a shut-off valve (24, 24') is connected to the main pipe (16), and a volumetric flow meter (36, 38, 44, 45) is provided as sensor.
8. An apparatus according to claim 7, characterised in that the volumetric flow meter provided is a turbine (36) disposed in the housing (6) of the drilling tool and subject to the flow of circulating medium in the drill line (2) and of which the rotor (38) is coupled to a measured value transmitter which detects the rotary speed of said rotor.
9. An apparatus according to claim 7, characterised in that the measured value transmitter provided is a generator (44, 45) driven by the rotor (38) of the turbine (36) and the output voltage of which is related to the volumetric flow.
10. An apparatus according to one of claims 7 to 9, characterised in that the shut-off member (28) of the shut-off valve (24, 24') in the branch pipe (23) can be actuated by a drive (25, 29) adapted to be controlled by an electronic control device.
11. An apparatus according to claim 10, characterised in that the drive provided is a pressurised medium drive (29) subject to the action of a pressurised medium exerted by a control valve (30).
12. An apparatus according to claim 11, characterised in that the control valve (30)

is connected to a compressed air source (31) and in that a switching valve (34) is adapted to be actuated by an electronic control device (35) is disposed in a connecting line (33).

13. An apparatus according to one of claims 10 to 12, characterised in that an electronic computer is provided as the control device.

14. An apparatus according to one of claims 7 to 13, characterised in that a throttle (27) is disposed in the branch pipe (23) downstream of the shut-off valve (24, 24').

15. An apparatus according to one of claims 7 to 14, characterised in that the branch pipe (23) discharges into the drilling mud tank (13).

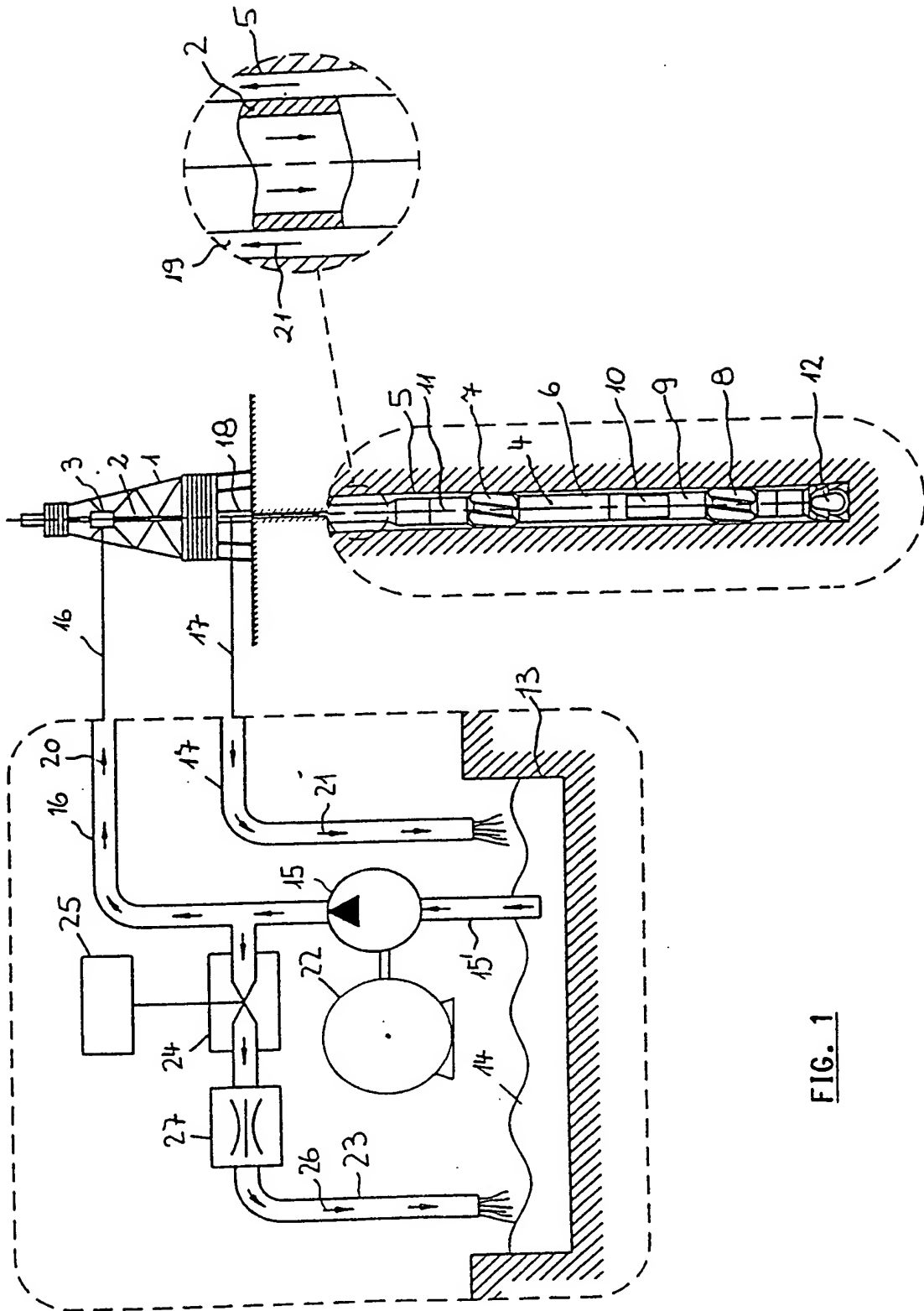
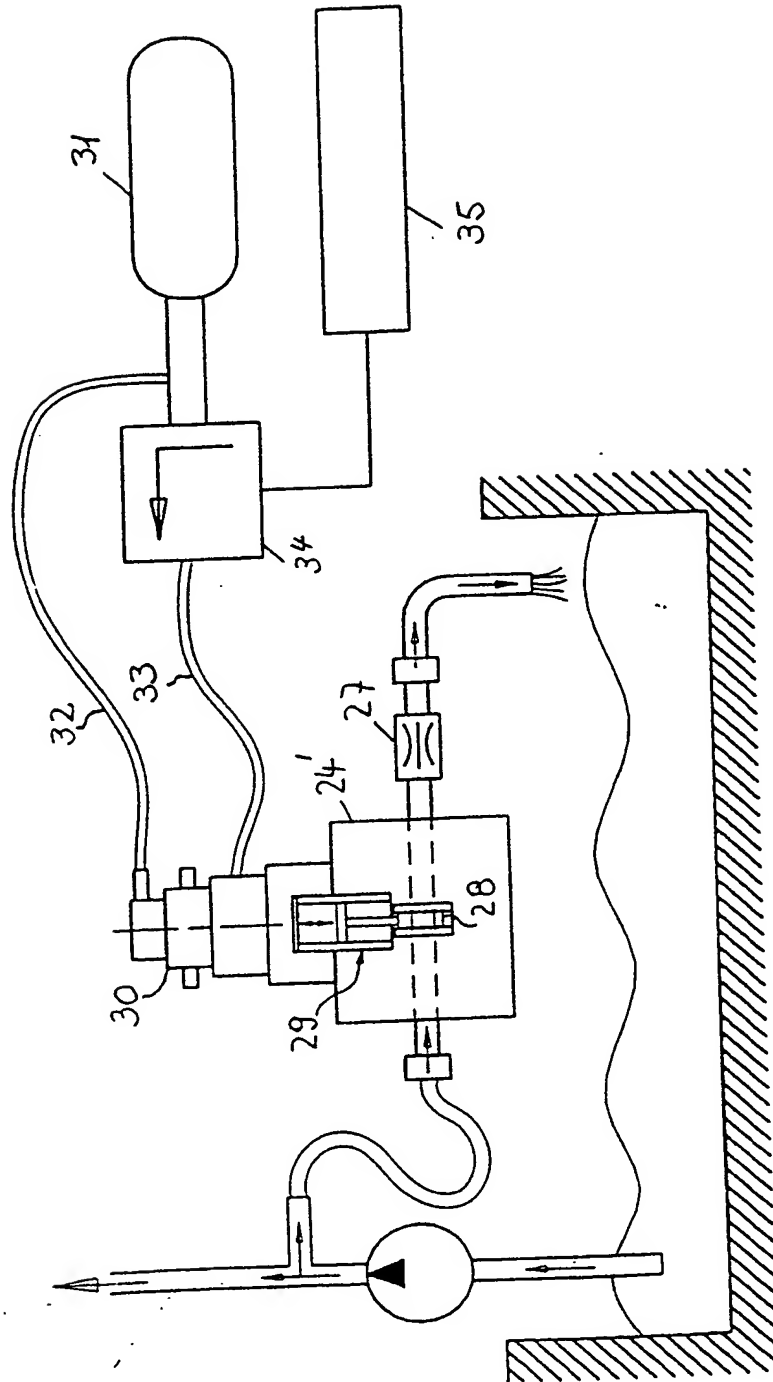


FIG. 2

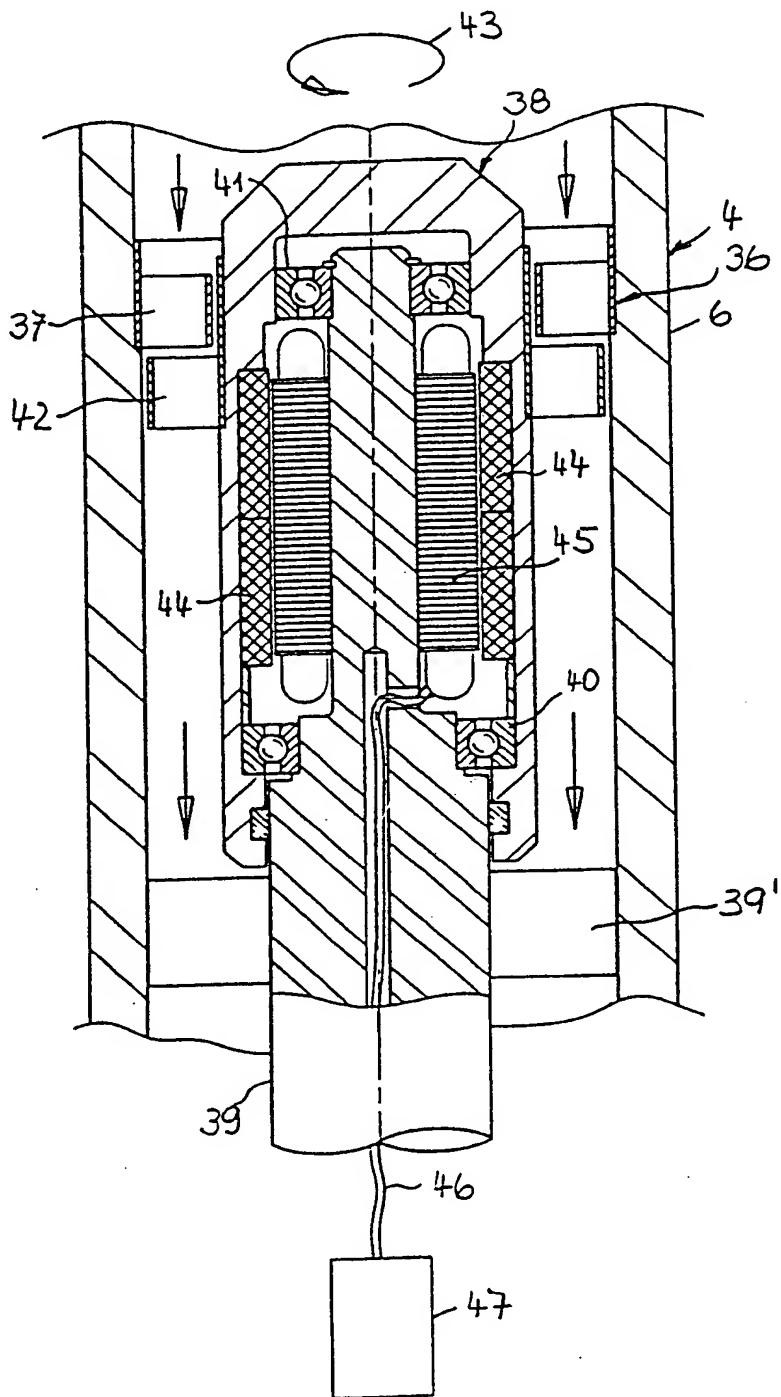


FIG. 3

FIG. 4

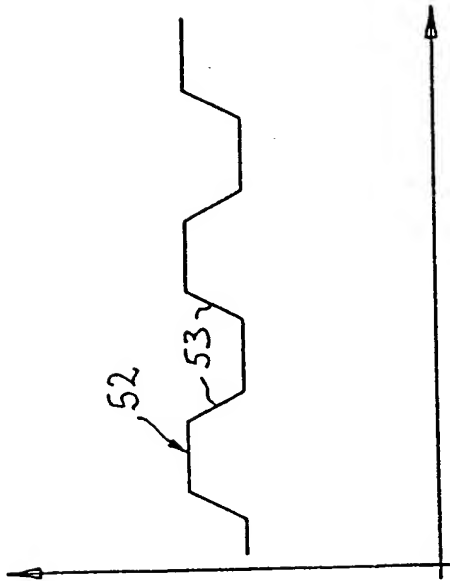


FIG. 5

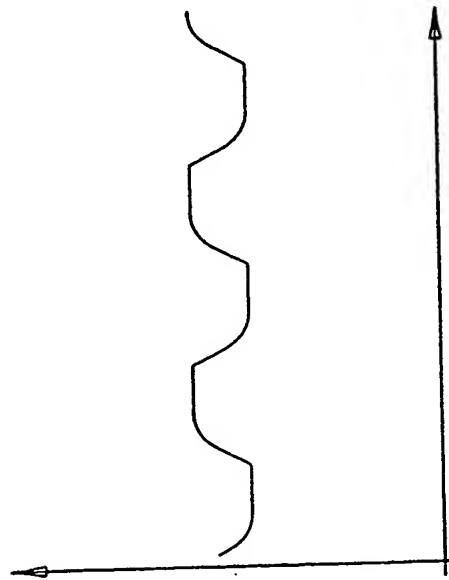
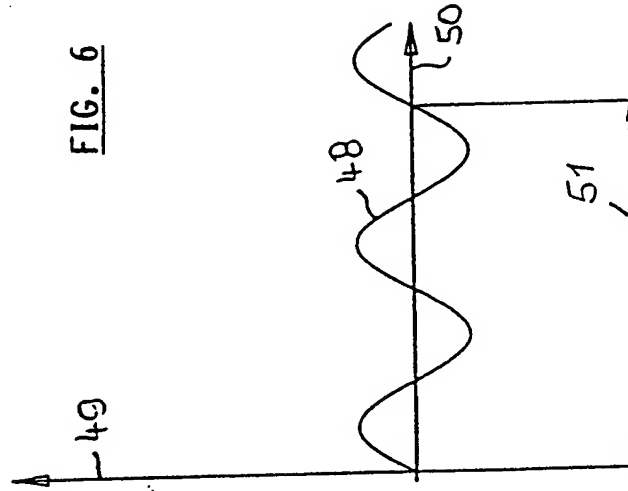
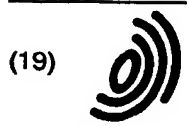


FIG. 6





Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 744 527 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.11.1996 Patentblatt 1996/48

(51) Int. Cl.⁶: **E21B 47/12, E21B 7/06,
G01F 1/115, G01F 1/10**

(21) Anmeldenummer: 95107863.3

(22) Anmeldetag: 23.05.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

• Heisig, Gerald
D-38106 Braunschweig (DE)

(71) Anmelder: **BAKER-HUGHES INCORPORATED**
Houston Texas 77210-4740 (US)

(74) Vertreter: **Busse & Busse**
Patentanwälte
Postfach 12 26
49002 Osnabrück (DE)

(72) Erfinder:
• Oppelt, Joachim
D-30659 Hannover (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Übertragung von Informationen an einen untertägigen Informationsempfänger**

(57) Zur Übertragung von obertägig vorliegenden Informationen an einen in einem Bohrloch (5) untertage befindlichen Informationsempfänger (47), insbesondere ein Empfangsgerät in einem Bohrwerkzeug, während des Bohrbetriebs wird von zumindest einer obertägigen Spülpumpe (15) ein Spülmittel (14) im Kreislauf aus einem Spülungstank (13) abwärts durch das Innere eines Bohrstranges (2) und eines Bohrkopfes (12) und aufwärts im Ringraum (19) zwischen Bohrstang (2) und Bohrlochwandung und weiter zum Spü-

lungstank (13) umgepumpt. Zur Informationsübermittlung wird der Volumenstrom des Spülmittels (14) verändert und die Veränderung vom Informationsempfänger (47) erfaßt und ausgewertet. Dabei wird der von der Spülpumpe (15) erzeugte Volumenstrom des Spülmittels (14) in einem stromab der Spülpumpe (15) gelegenen Bereich durch Abzweigung (23) von Spülmittel (14) verändert.

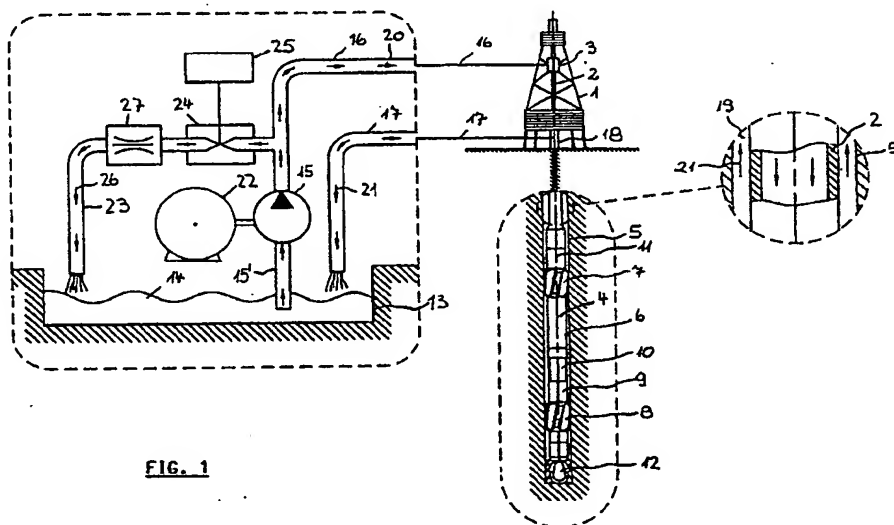


FIG. 1

EP 0 744 527 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und auf eine Vorrichtung zur Übertragung von obertägig vorliegenden Informationen an einen untertage in einem Bohrloch befindlichen Informationsempfänger gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 bzw. 7.

Bei einem bekannten Verfahren dieser Art (US-A-5,332,048) wird der von der Spülpumpe erzeugte Volumenstrom des Spülmittels durch sequentielles Ein- und Abschalten der Spülpumpe verändert. Der Sensor ist dabei als Strömungsschalter ausgebildet, der den Informationsempfänger über den Ein/Aus-Zustand der Spülungsströmung informiert, der dann die Schaltsignale unter Berücksichtigung ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge weiterverarbeitet. Auf diese Weise übermittelte und verarbeitete Informationen können dann entsprechende Folgeaktionen, beispielsweise die Vorgabe einer veränderten Bohrrichtung für ein Richtbohrwerkzeug, auslösen.

Das aufeinanderfolgende Aus- und Wiedereinschalten der Spülpumpe bzw. -pumpen setzt diese samt ihrem Antrieb starken Beanspruchungen aus, die erheblichen Verschleiß zur Folge haben. Zugleich aber wird der Bohrbetrieb durch Unterbrechen des Bohrvorganges während der Informationsübermittlung beeinträchtigt, die den Bohrfortschritt und die Standzeit des Bohrkopfes unabhängig davon mindern, welche spezielle Ausbildung dieser hat. Dies gilt insbesondere bei Vorgängen der Informationsübermittlung, die wegen der zu übertragenden Datenmenge erhebliche Zeit in Anspruch nehmen.

Die Erfindung befaßt sich mit dem Problem einer präzise und mit geringer Beeinträchtigung des Bohrbetriebs ausführbaren Informationsübermittlung an einen untertägigen Informationsempfänger, die zu ihrer Durchführung mit einfachen, weitgehend verschleißfrei arbeitenden Mitteln auskommt.

Die Erfindung löst das Problem durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 7. Hinsichtlich wesentlicher weiterer Ausgestaltungen wird auf die Ansprüche 2 bis 6 und 8 bis 16 verwiesen.

Verfahren und Vorrichtung nach der Erfindung belassen die Spülpumpe bzw. -pumpen in unverändertem Betriebszustand während der Informationsübermittlung, so daß diese stets unter optimalen Bedingungen arbeiten. Die Beeinflussung des von der Spülpumpe erzeugten gleichbleibenden Volumenstroms unabhängig vom Pumpenbetrieb ermöglicht Volumenstromveränderungen mit einem pulsformigen Verlauf, der von den Anlauf- und Abschaltcharakteristika der Pumpe(n) unabhängig ist und lediglich übermittlungstechnische Parameter zu berücksichtigen hat. Da während Informationsübertragungszeiträumen Spülmittel in einem stetigen, lediglich schwankenden Volumenstrom zirkuliert, sind eine ausreichende Abförderung von Bohrklein aus dem Schneidbereich des Bohrkopfes sowie die Kühlung seiner Schneidglieder

gewährleistet, so daß der Bohrvorgang auch bei größeren Zeiträumen für eine Informationsübermittlung ohne Beeinträchtigungen fortgesetzt werden kann. Da die Frequenz, die Amplitude und der Flankenverlauf der Änderungspulse des Volumenstroms des Spülmittels weitgehend frei gewählt und miteinander verknüpft werden können, ist eine zuverlässige Informationsübermittlung auch dann gewährleistet, wenn während der erfindungsgemäßen Datenübertragung zu einem untertägigen Informationsempfänger gleichzeitig von einem untertägigen Informationsgeber Informationen an einen obertägigen Informationsempfänger übermittelt werden.

Die benötigten baulichen Mittel beschränken sich auf eine einfache, gesteuerte Abzwegleitung, die nahezu verschleißfrei betreibbar ist, und auf ein Volumenstrommeßgerät, das ebenfalls mit geringem Bauaufwand realisierbar ist. Die Ausbildung des Volumenstrommeßgerätes als von der Spülmittelströmung im Bohrstrang beaufschlagte Turbine mit einem Meßwertgeber in Gestalt eines von der Turbine angetriebenen Generators erlaubt eine besonders genaue Erfassung von Volumenstromänderungen, während gleichzeitig der Aufwand minimiert ist, da die Turbine mit dem Generator zugleich als unterirdische Spannungsquelle für den Betrieb elektrischer bzw. elektronischer Verbraucher einsetzbar ist.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel des Gegenstands der Erfindung näher veranschaulicht ist. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Gesamtdarstellung einer Bohranlage mit vergrößerten Teilbereichen,

Fig. 2 in einer Einzeldarstellung eine abgewandelte Ausführung der Steuerung des Absprerrorgans in der Abzwegleitung,

Fig. 3 einen abgebrochenen Teilschnitt durch das Bohrwerkzeug im Bereich des Informationsempfängers,

Fig. 4 eine Darstellung des pulsformigen Verlaufs einer erfindungsgemäßen Volumenstromänderung bei der Signalübertragung,

Fig. 5 eine abgewandelte Gestaltung des Pulsverlaufes, und

Fig. 6 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Wicklungsspannung des Generators über der Zeit.

Die Fig. 1 veranschaulicht eine Bohranlage zur Durchführung einer Bohrung in unterirdischen Formationen mit einem Bohrturm 1 zum Aufbau und Antrieb eines Bohrstranges 2, der an seinem jeweiligen oberen

Ende 3 mit einem Spülkopf 3 und an seinem unteren Ende mit einem Bohrwerkzeug 4 versehen ist. Das im Bohrloch 5 befindliche Bohrwerkzeug weist ein Gehäuse 6, Stabilisatoren 7, 8 und einen Bereich 9 mit gesteuert aus- und einfahrbaren Stabilisatorrippen 10 auf. Der Bereich 9 ist relativ zum Gehäuse 6 um die Werkzeugachse 11 drehbar auf diesem gelagert und im Betrieb im Bohrloch 5 verdrehfest angeordnet, während das Bohrwerkzeug 4 mitsamt dem Bohrkopf 12, beispielsweise einem Drehbohrmeißel oder Rollenmeißel, mittels des Bohrstranges 2 in Drehung versetzbar ist.

Die Bohranlage umfaßt ferner einen nur schematisch dargestellten Spülungstank 13, in dem sich ein Vorrat an Spülmittel 14 befindet, eine (oder mehrere parallel- oder in Serie geschaltete) Spülpumpe 15, deren Einlaßstutzen 15' in den Spülmittelvorrat herabreicht, eine Vorlaufleitung 16, welche die Spülpumpe 15 mit dem Spülkopf 3 verbindet, und eine Rücklaufleitung 17, welche an einen Sammler 18 am Kopf des Bohrloches 5 angeschlossen ist und in den Spülungstank 13 mündet. Durch die Rücklaufleitung 17 wird Spülmittel aus dem Ringraum 19 zwischen der Wandung des Bohrloches und dem Bohrstrang 2 in den Spülungstank 13 überführt.

Im Betrieb fördert die Spülpumpe 15 Spülmittel 14 im Kreislauf in Richtung der Pfeile 20 aus dem Spülungstank 13 abwärts durch das Innere des Bohrstranges 2 und des Bohrkopfes 12 und danach in Richtung der Pfeile 21 aufwärts durch den Ringraum 19 zwischen Bohrstrang 2 und Bohlochwandung und weiter zurück zum Spülungstank 13. Die Spülpumpe 15 wird durch einen schematisch dargestellten Antriebsmotor 22 mit konstanter Leistung angetrieben und fördert dementsprechend Spülmittel 14 in die Vorlaufleitung 16 mit gleichbleibendem Volumenstrom.

An die Vorlaufleitung 16 ist eine in den Spülungstank 13 mündende Abzweigleitung 23 angeschlossen, in die ein Absperrorgan 24 eingeschaltet ist, das von Hand oder mittels irgendeines geeigneten Antriebsmittels 25 betätigbar ist. Der Antrieb 25 kann durch ein elektronisches Steuer- und Kontrollgerät gesteuert werden (in Fig. 1 nicht dargestellt), mit dessen Hilfe sequenzielle Volumenstromveränderungen automatisch vorgenommen werden können, auf die weiter unten noch eingegangen wird. Mit Hilfe des Absperrorgans 24 kann die Abzweigleitung 23 völlig abgesperrt oder vollständig für den Durchfluß eines Teilstromes von Spülmittel freigegeben werden, dessen Strömungsrichtung durch Pfeile 26 versinnbildlicht ist. Dem Absperrorgan 24 ist stromab eine Drossel 27 nachgeordnet, durch die der Maximalwert der durch Öffnen der Abzweigleitung 23 herbeigeführten Volumenstromänderung vorsehbar ist, die in dem hinter dem Verzweigungspunkt gelegenen Teil der Vorlaufleitung 16 und damit im Spülmittelkreislauf eintritt.

Bei der Ausführung des Absperrorgans 24' gemäß Fig. 2 wird der Absperrkörper 28 von einem Druckmittelantrieb 29 betätigt, der von einem Regelventil 30 mit Druckmittel, beispielsweise Druckluft, aus einem Druck-

mittelspeicher 31 beaufschlagbar ist. Das Regelventil ist über Druckmittelleitungen 32, 33 mit dem Druckmittelspeicher 31 verbunden, wobei in die Druckmittelleitung 33 ein Schaltventil 34 eingeschaltet ist, das beispielsweise von einer elektronischen Steuer- und Kontrolleinheit 35 gesteuert wird, die vorzugsweise aus einem elektronischen Rechner besteht oder einen solchen umfaßt. Mit Hilfe des Regelventils 30 läßt sich die Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit des Absperrkörpers 28 regeln. Gleichzeitig können Zwischenstellungen zwischen der Offen- und der Schließstellung des Absperrkörpers 28 angefahren werden.

Die dargestellte bevorzugte Volumenstromänderung erfolgt obertägig, jedoch kann grundsätzlich die Änderung in jedem Bereich stromab der Pumpe(n) vorgenommen werden, der sich stromauf des untertägigen Sensors befindet, der die Volumenstromänderung erfaßt.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist im Gehäuse 6 des Bohrwerkzeugs 4 eine von der Spülmittelströmung im Bohrstrang 2 beaufschlagte Turbine 36 vorgesehen, deren Leitring 37 fest mit dem Gehäuse 6 verbunden ist und deren Rotor 38 auf einem zentralen, über einen Statorträger- und -Zentrierteil 39 im Gehäuse 6 festgelegten Stützkörper 39 über Lager 40, 41 abgestützt ist, so daß der rotierende Schaufelkranz 42 in Richtung des Pfeils 43 umlaufen kann. Der Turbinenrotor 38 bildet gleichzeitig das Rotorgehäuse eines Generators, der Magnete 44 trägt und ein Wicklungspaket 45 umläuft, das auf dem Stützkörper 39 angebracht ist. Die Ausgangsspannung liegt über eine elektrische Verbindungsleitung 46 an einer schematisch bei 47 angedeuteten elektronischen Verarbeitungseinheit an, die zugleich den Informationsempfänger bildet und beispielsweise Teil eines elektronischen Steuergerätes für das Richtbohrwerkzeug 4 sein kann.

Zur Durchführung eines Informationsübermittlungsvorganges von obertägig vorliegenden Informationen an den untertägigen Informationsempfänger 47 wird während des ununterbrochenen Bohrbetriebs das Absperrorgan 24, 24' im Sinne eines Öffnen der Abzweigleitung 23 betätigt, wodurch in der Spülmittelströmung im Bohrstrang 2 und auch im Bereich der Turbine 36 eine Minderung des Volumenstroms eintritt, die eine Verringerung der Drehzahl des Rotors 38 der Turbine 36 zur Folge hat. Diese Drehzahländerung, die der Volumenstromänderung proportional ist, wird vom Informationsempfänger 47 als Signal erfaßt, der beispielsweise die Nulldurchgänge in Fig. 6 dargestellten Wicklungsspannungskurve 48 über der Zeit pro Zeiteinheit zählt. In Fig. 6 ist die Wicklungsspannung der Ordinate 49 und die Zeit der Abzisse 50 des Koordinatenkreuzes zugeordnet, und die Zeitspanne 51 entspricht der einer vollen Umdrehung des Turbinen/Generatorrotors 38.

Durch Schließen des Absperrorgans 24, 24' erhöht sich der Volumenstrom des Spülmittels 14 im Bereich der Turbine 36 mit der Folge, daß die Erhöhung

vom Informationsempfänger 47 als weiterverarbeitbares Signal verstanden wird.

Anstelle der bevorzugten Turbinen/Generator-Kombination, die in vielen Anwendungsfällen zur Versorgung untertägiger Verbraucher ohnehin benötigt wird, kann auch jedes andere geeignete Volumenstrommeßgerät Anwendung finden. Auch kann anstelle eines Generators auch irgendein anderer Drehzahlsensor der Turbine zugeordnet sein, beispielsweise solche, die nach dem Lochscheiben- oder Fliehkraftprinzip arbeiten.

Entsprechend der Art der Betätigung und der Ausgestaltung des Absperrorgans kann den Volumenstromänderungen ein pulsformiger Verlauf vorgegeben werden, wie er beispielsweise durch den Kurvenzug 52 in Fig. 4 veranschaulicht wird, die die Änderung des Volumenstroms über der Zeit veranschaulicht.

Der Verlauf bzw. die Steilheit der Pulsflanken 53 hängt dabei von der Art und der Geschwindigkeit ab, mit der der Absperrkörper der Absperrorgans 24, 24' betätigt wird. Entsprechend den Volumenstromänderungen ändert sich auch die Generatorspannung, wie das der Fig. 5 entnommen werden kann, in der die Generatorspannung über der Zeit beispielhaft aufgetragen ist.

Zur Variation des Pulsverlaufes kann der Zeitraum zwischen dem Beginn und dem Ende einer Teilstromabzweigung, der Anteil des abgezweigten Teilstroms an dem von der Spülpumpe 15 gelieferten Spülmittelgesamtstrom und/oder der zeitliche Verlauf variiert werden, mit der die Abzweigung von Spülmittel begonnen und/oder beendet wird. Bevorzugt stellen die Volumenstromänderungen als digitale Folge codierte Signale dar, die beliebige gewünschte Folgeaktionen auslösen können.

Die Informationsübertragung ist von der Art der Information, die übertragen werden soll, unabhängig. Es können sowohl Steuersignale für ein Richtbohrwerkzeug, Signale zum Umschalten von Betriebsmodi einzelner Komponenten des Untertagesystems, Teufeninformationen, Stopp- und Startsignale an einen untertägigen Sender etc. übertragen werden, so daß die erfindungsgemäße Informationsübertragung universellen Einsatz finden kann. Bei Ausbildung des Steuergerätes als elektronischer Rechner besteht auch die Möglichkeit zu automatischen Informationsaustauschvorgängen im Sinne einer automatischen Reaktion auf den Informationsinhalt empfangener Daten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von obertägig vorliegenden Informationen an einen in einem Bohrloch untertage befindlichen Informationsempfänger, insbesondere ein Empfangsgerät in einem Bohrwerkzeug, während des Bohrbetriebs, bei dem von zumindest einer obertägigen Spülpumpe ein Spülmittel im Kreislauf aus einem Spülungstank abwärts durch das Innere eines Bohrstranges und eines Bohrkopfes und aufwärts im Ringraum

zwischen Bohrstrang und Bohrlochwandung und weiter zum Spülungstank umgepumpt, zur Informationsübermittlung der Volumenstrom des Spülmittels verändert und die Veränderung vom Informationsempfänger erfaßt und ausgewertet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Spülpumpe erzeugte Volumenstrom des Spülmittels in einem stromab der Spülpumpe gelegenen Bereich verändert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Volumenstrom durch Abzweigung eines Teilstromes von dem von der Spülpumpe erzeugten Volumenstrom des Spülmittels verändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der abgezweigte Teilstrom in den Spülungstank rückgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitraum zwischen dem Beginn und dem Ende einer Teilstromabzweigung variiert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des abgezweigten Teilstroms an dem von der Spülpumpe gelieferten Spülmittelgesamtstrom variiert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß am Beginn und/oder am Ende eines Abzweigungsvorganges der Anteil des abgezweigten Teilstroms am Spülmittelgesamtstrom stufenlos oder in mehreren Stufen von Null auf Maximalwert erhöht bzw. von Maximalwert auf Null vermindert wird.
7. Vorrichtung zur Übertragung von obertägig vorliegenden Informationen an einen in einem Bohrloch untertage befindlichen Informationsempfänger (47), insbesondere ein Empfangsgerät in einem Bohrwerkzeug (4), während des Bohrbetriebs, mit einem Spülungstank (13), zumindest einer Spülpumpe (15), einer an die Spülpumpe (15) angeschlossenen, zum oberen Ende des Bohrstranges (2) führenden Vorlaufleitung (16) und einem auf Änderungen des Volumenstroms im Bohrstrang (2) ansprechenden, dem Informationsempfänger zugeordneten Sensor, dadurch gekennzeichnet, daß an die Vorlaufleitung (16) eine von einem Absperrorgan (24;24') gesteuerte Abzweigung (23) angeschlossen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Sensor ein Volumenstrommeßgerät (36,38,44,45) vorgesehen ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Volumenstrommeßgerät eine von der Spülmittelströmung im Bohrstrang (2) beaufschlagte, im Gehäuse (6) des Bohrwerkzeugs angeordnete Turbine (36) vorgesehen ist, deren Rotor (38) mit einem dessen Drehzahl erfassenden Meßwertgeber gekoppelt ist. 5
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßwertgeber ein vom Rotor (38) der Turbine (36) angetriebener Generator (44,45) vorgesehen ist, dessen Ausgangsspannung in einer Relation zum Volumenstrom steht. 10
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Absperrkörper (28) des Absperrorgans (24,24') in der Abzweigung (23) von einem durch ein elektronisches Steuergerät steuerbaren Antrieb (25;29) betätigbar ist. 15
20
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Antrieb ein von einem Regelventil (30) mit Druckmittel beaufschlagbarer Druckmittelantrieb (29) vorgesehen ist. 25
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelventil (30) an eine Druckluftquelle (31) angeschlossen und in einer Anschlußleitung (33) ein vom elektronischen Steuergerät (35) betätigbares Schaltventil (34) angeordnet ist. 30
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Steuergerät ein elektronischer Rechner vorgesehen ist. 35
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abzweigung (23) stromab des Absperrorgans (24;24') eine Drossel (27) angeordnet ist. 40
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Abzweigung (23) in den Spülungstank (13) mündet. 45

50

55

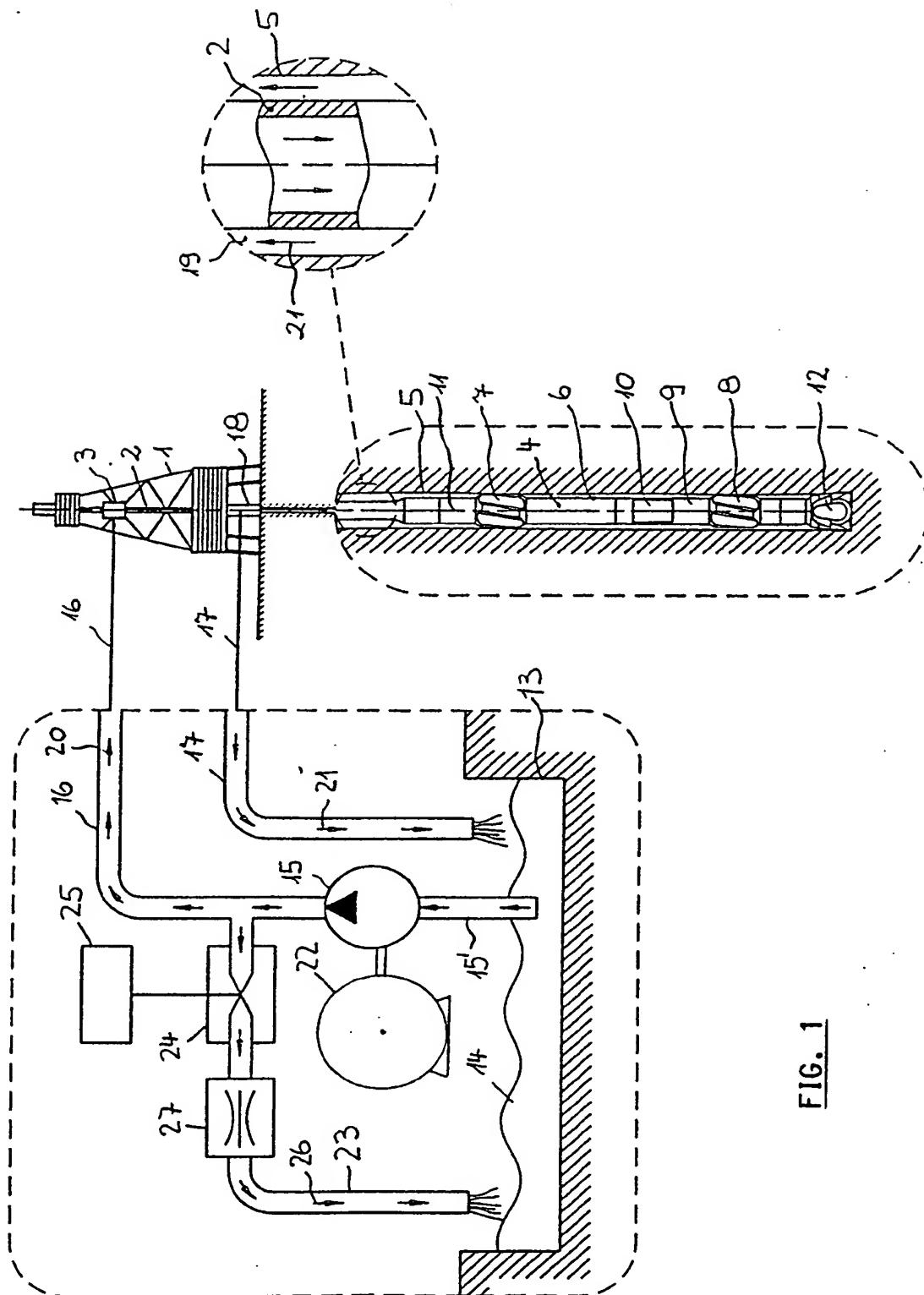
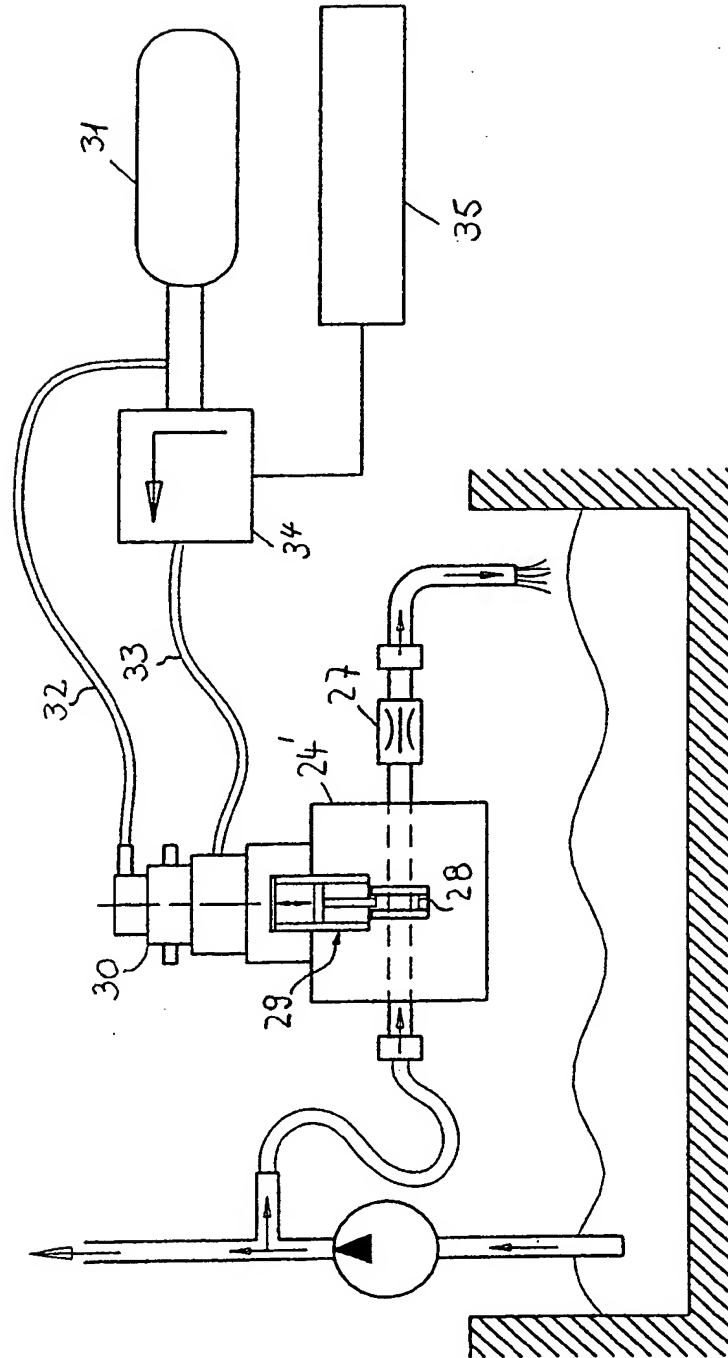


FIG. 1

FIG. 2



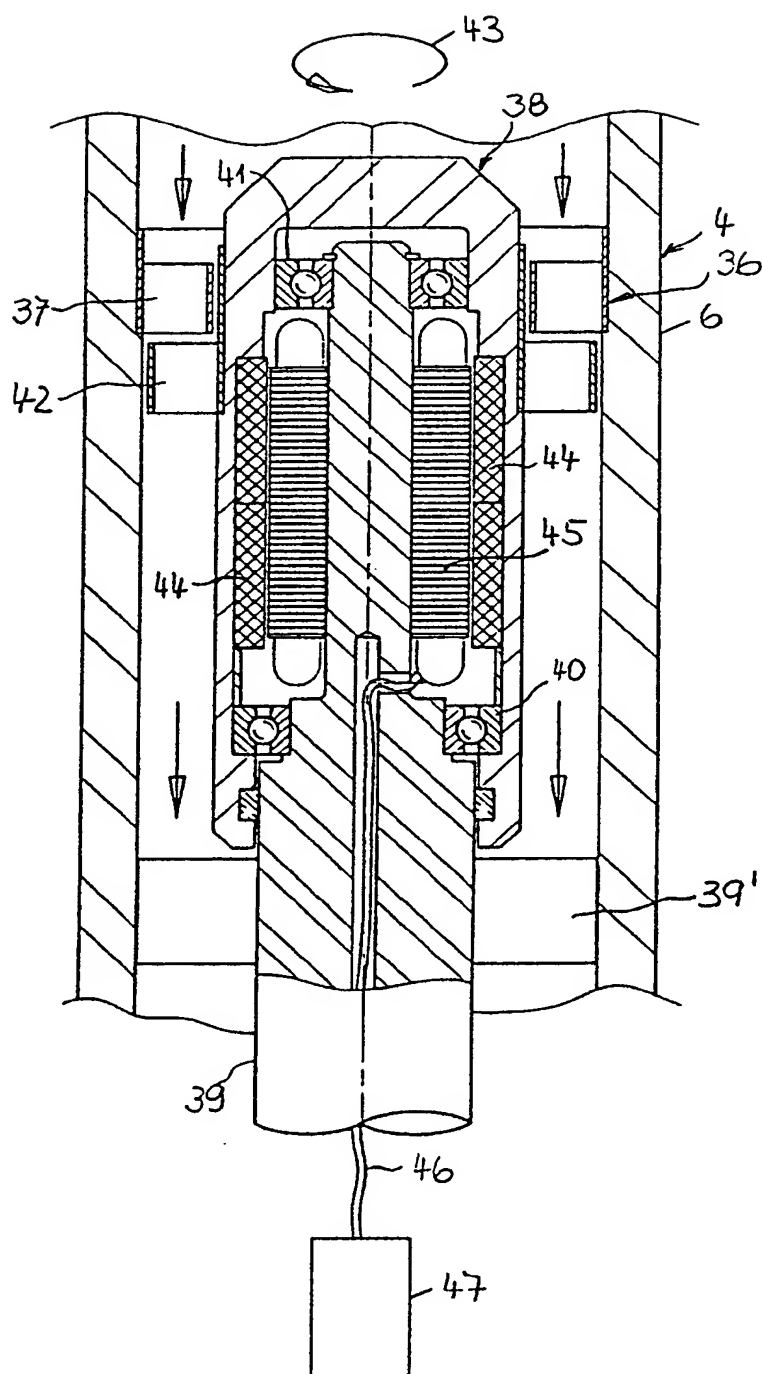


FIG. 3

FIG. 4

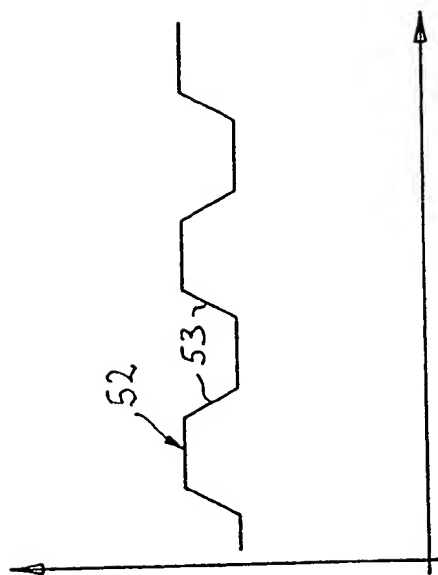


FIG. 5

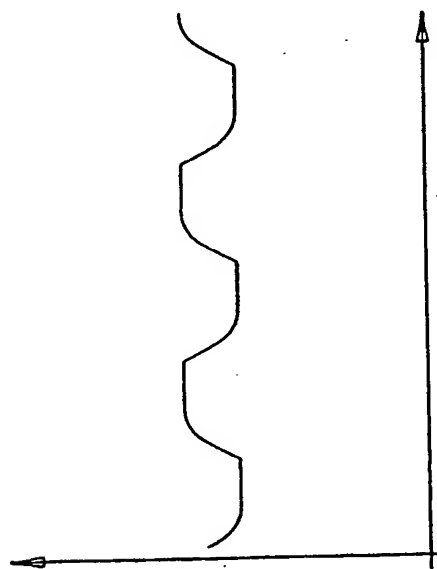
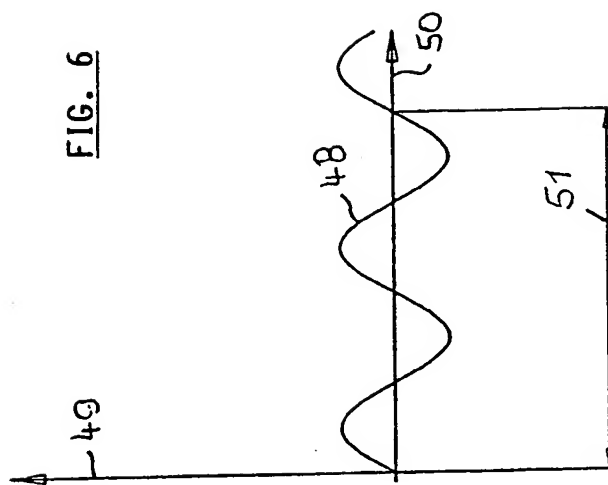


FIG. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 7863

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	US-A-4 461 359 (JONES ET AL.) * Spalte 3, Zeile 47 - Zeile 67 * * Spalte 5, Zeile 1 - Zeile 12 * ---	1-3,5-7, 16	E21B47/12 E21B7/06 G01F1/115 G01F1/10
Y	US-A-4 471 843 (JONES ET AL.) * Spalte 5, Zeile 28 - Zeile 68 * ---	1-3,5-7, 16	
A	EP-A-0 377 378 (INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE) * Spalte 2, Zeile 21 - Zeile 30 * * Spalte 3, Zeile 11 - Zeile 23 * ---	8	
A	US-A-3 636 392 (GERRY) * Spalte 3, Zeile 43 - Zeile 54 * ---	9,10	
A	WO-A-94 29572 (BAKER HUGHES INC.) * Seite 18, Zeile 5 - Seite 20, Zeile 31; Abbildung 2 * ---	1,7,16	
A	US-A-3 800 277 (PATTON ET AL.) * Spalte 5, Zeile 40 - Zeile 44 * ---	1,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 617 196 (HALLIBURTON CO.) -----		E21B G01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenamt DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13. Februar 1996	Prüfer Rampelmann, K
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : schriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 150 (12/92) (P4/C03)

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 744 527 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.07.2001 Patentblatt 2001/28

(51) Int Cl.7: **E21B 47/12, E21B 7/06,**
G01F 1/115, G01F 1/10

(21) Anmeldenummer: **95107863.3**

(22) Anmeldetag: **23.05.1995**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Übertragung von Informationen an einen untertägigen
Informationsempfänger**

Method and apparatus for the transmission of information to a downhole receiver.

Procédé et appareil pour la transmission d'informations à un récepteur de fond de puits.

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

• **Helsig, Gerald**
D-38106 Braunschweig (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.11.1996 Patentblatt 1996/48

(74) Vertreter: **Busse & Busse Patentanwälte**
Postfach 12 26
49002 Osnabrück (DE)

(73) Patentinhaber: **BAKER HUGHES**
INCORPORATED
Houston Texas 77210-4740 (US)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 377 378 EP-A- 0 617 196
WO-A-94/29572 US-A- 3 636 392
US-A- 3 800 277 US-A- 4 461 359
US-A- 4 471 843

(72) Erfinder:
• **Oppelt, Joachim**
D-30659 Hannover (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und auf eine Vorrichtung zur Übertragung von obertägl vorliegenden Informationen an einen untertage in einem Bohrloch befindlichen Informationsempfänger gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 bzw. 7.

[0002] Nächstliegender Stand der Technik wird in der US-A-4,471,843 gesehen, die ein derartiges Verfahren und derartige Vorrichtung offenbart.

[0003] Bei einem weiteren bekannten Verfahren dieser Art (US-A-5,332,048) wird der von der Spülpumpe erzeugte Volumenstrom des Spülmittels durch sequentielles Ein- und Abschalten der Spülpumpe verändert. Der Sensor ist dabei als Strömungsschalter ausgebildet, der den Informationsempfänger über den Ein/Aus-Zustand der Spülungsströmung informiert, der dann die Schaltsignale unter Berücksichtigung ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge weiterverarbeitet. Auf diese Weise übermittelte und verarbeitete Informationen können dann entsprechende Folgeaktionen, beispielsweise die Vorgabe einer veränderten Bohrrichtung für ein Richtbohrwerkzeug, auslösen.

[0004] Das aufeinanderfolgende Aus- und Wiedereinschalten der Spülpumpe bzw. -pumpen setzt diese samt ihrem Antrieb starken Beanspruchungen aus, die erheblichen Verschleiß zur Folge haben. Zugleich aber wird der Bohrbetrieb durch Unterbrechen des Bohrvorganges während der Informationsübermittlung beeinträchtigt, die den Bohrfortschritt und die Standzeit des Bohrkopfes unabhängig davon mindern, welche spezielle Ausbildung dieser hat. Dies gilt insbesondere bei Vorgängen der Informationsübermittlung, die wegen der zu übertragenden Datenmenge erhebliche Zeit in Anspruch nehmen.

[0005] Die Erfindung befaßt sich mit dem Problem einer präzise und mit geringer Beeinträchtigung des Bohrbetriebs ausführbaren Informationsübermittlung an einen untertägigen Informationsempfänger, die zu ihrer Durchführung mit einfachen, weitgehend verschleißfrei arbeitenden Mitteln auskommt.

[0006] Die Erfindung löst das Problem durch ein Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Vorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 7. Hinsichtlich wesentlicher weiterer Ausgestaltungen wird auf die Ansprüche 2 bis 6 und 8 bis 16 verwiesen.

[0007] Verfahren und Vorrichtung nach der Erfindung belassen die Spülpumpe bzw. -pumpen in unverändertem Betriebszustand während der Informationsübermittlung, so daß diese stets unter optimalen Bedingungen arbeiten. Die Beeinflussung des von der Spülpumpe erzeugten gleichbleibenden Volumenstroms unabhängig vom Pumpenbetrieb ermöglicht Volumenstromveränderungen mit einem pulsformigen Verlauf, der von den Anlauf- und Abschaltcharakteristika der Pumpe(n) unabhängig ist und lediglich Übermittlungstechnische Parameter zu berücksichtigen hat. Da

während Informationsübertragungszeiträumen Spülmittel in einem stetigen, lediglich schwankenden Volumenstrom zirkuliert, sind eine ausreichende Abförderung von Bohrklein aus dem Schneidbereich des Bohrkopfes sowie die Kühlung seiner Schneidglieder gewährleistet, so daß der Bohrvorgang auch bei größeren Zeiträumen für eine Informationsübermittlung ohne Beeinträchtigungen fortgesetzt werden kann. Da die Frequenz, die Amplitude und der Flankenverlauf der Änderungspulse des Volumenstroms des Spülmittels weitgehend frei gewählt und miteinander verknüpft werden können, ist eine zuverlässige Informationsübermittlung auch dann gewährleistet, wenn während der erfindungsgemäßen Datenübertragung zu einem untertägigen Informationsempfänger gleichzeitig von einem untertägigen Informationsgeber Informationen an einen obertägigen Informationsempfänger übermittelt werden.

[0008] Die benötigten baulichen Mittel beschränken sich auf eine einfache, gesteuerte Abzwegleitung, die nahezu verschleißfrei betreibbar ist, und auf ein Volumenstrommeßgerät, das ebenfalls mit geringem Bauaufwand realisierbar ist. Die Ausbildung des Volumenstrommeßgerätes als von der Spülmittelströmung im Bohrstrang beaufschlagte Turbine mit einem Meßwertgeber in Gestalt eines von der Turbine angetriebenen Generators erlaubt eine besonders genaue Erfassung von Volumenstromänderungen, während gleichzeitig der Aufwand minimiert ist, da die Turbine mit dem Generator zugleich als unterirdische Spannungsquelle für den Betrieb elektrischer bzw. elektronischer Verbraucher einsetzbar ist.

[0009] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel des Gegenstands der Erfindung näher veranschaulicht ist. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Gesamtdarstellung einer Bohranlage mit vergrößerten Teilbereichen,

Fig. 2 in einer Einzeldarstellung eine abgewandelte Ausführung der Steuerung des Absprerorgans in der Abzwegleitung,

Fig. 3 einen abgebrochenen Teilschnitt durch das Bohrwerkzeug im Bereich des Informationsempfängers,

Fig. 4 eine Darstellung des pulsformigen Verlaufs einer erfindungsgemäßen Volumenstromänderung bei der Signalübertragung,

Fig. 5 eine abgewandelte Gestaltung des Pulsverlaufes, und

Fig. 6 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Wicklungsspannung des Generators über

der Zeit.

[0010] Die Fig. 1 veranschaulicht eine Bohranlage zur Durchführung einer Bohrung in unterirdischen Formationen mit einem Bohrturm 1 zum Aufbau und Antrieb eines Bohrstranges 2, der an seinem jeweiligen oberen Ende 3 mit einem Spülkopf 3 und an seinem unteren Ende mit einem Bohrwerkzeug 4 versehen ist. Das im Bohrloch 5 befindliche Bohrwerkzeug weist ein Gehäuse 6, Stabilisatoren 7, 8 und einen Bereich 9 mit gesteuert aus- und einfahrbaren Stabilisatorrippen 10 auf. Der Bereich 9 ist relativ zum Gehäuse 6 um die Werkzeugachse 11 drehbar auf diesem gelagert und im Betrieb im Bohrloch 5 verdrehfest angeordnet, während das Bohrwerkzeug 4 mitsamt dem Bohrkopf 12, beispielsweise einem Drehbohrmeißel oder Rollenmeißel, mittels des Bohrstranges 2 in Drehung versetzbar ist.

[0011] Die Bohranlage umfaßt ferner einen nur schematisch dargestellten Spülungstank 13, in dem sich ein Vorrat an Spülmittel 14 befindet, eine (oder mehrere parallel- oder in Serie geschaltete) Spülpumpe 15, deren Einlaßstutzen 15' in den Spülmittelvorrat herabreicht, eine Vorlaufleitung 16, welche die Spülpumpe 15 mit dem Spülkopf 3 verbindet, und eine Rücklaufleitung 17, welche an einen Sammler 18 am Kopf des Bohrloches 5 angeschlossen ist und in den Spülungstank 13 mündet. Durch die Rücklaufleitung 17 wird Spülmittel aus dem Ringraum 19 zwischen der Wandung des Bohrloches und dem Bohrstrang 2 in den Spülungstank 13 überführt.

[0012] Im Betrieb fördert die Spülpumpe 15 Spülmittel 14 im Kreislauf in Richtung der Pfeile 20 aus dem Spülungstank 13 abwärts durch das Innere des Bohrstranges 2 und des Bohrkopfes 12 und danach in Richtung der Pfeile 21 aufwärts durch den Ringraum 19 zwischen Bohrstrang 2 und Bohrwandung und weiter zurück zum Spülungstank 13. Die Spülpumpe 15 wird durch einen schematisch dargestellten Antriebsmotor 22 mit konstanter Leistung angetrieben und fördert dementsprechend Spülmittel 14 in die Vorlaufleitung 16 mit gleichbleibendem Volumenstrom.

[0013] An die Vorlaufleitung 16 ist eine in den Spülungstank 13 mündende Abzweigleitung 23 angeschlossen, in die ein Absperrorgan 24 eingeschaltet ist, das von Hand oder mittels irgendeines geeigneten Antriebsmittels 25 betätigbar ist. Der Antrieb 25 kann durch ein elektronisches Steuer- und Kontrollgerät gesteuert werden (in Fig. 1 nicht dargestellt), mit dessen Hilfe sequenzielle Volumenstromveränderungen automatisch vorgenommen werden können, auf die weiter unten noch eingegangen wird. Mit Hilfe des Absperrorgans 24 kann die Abzweigleitung 23 völlig abgesperrt oder vollständig für den Durchfluß eines Teilstromes von Spülmittel freigegeben werden, dessen Strömungsrichtung durch Pfeile 26 versinnbildlicht ist. Dem Absperrorgan 24 ist stromab eine Drossel 27 nachgeordnet, durch die der Maximalwert der durch Öffnen der Abzweigleitung 23 herbeigeführten Volumenstromänderung vorsehbar ist,

die in dem hinter dem Verzweigungspunkt gelegenen Teil der Vorlaufleitung 16 und damit im Spülmittelkreislauf eintritt.

[0014] Bei der Ausführung des Absperrorgans 24' gemäß Fig. 2 wird der Absperrkörper 28 von einem Druckmittelantrieb 29 betätigt, der von einem Regelventil 30 mit Druckmittel, beispielsweise Druckluft, aus einem Druckmittelspeicher 31 beaufschlagbar ist. Das Regelventil ist über Druckmittelleitungen 32, 33 mit dem Druckmittelspeicher 31 verbunden, wobei in die Druckmittelleitung 33 ein Schaltventil 34 eingeschaltet ist, das beispielsweise von einer elektronischen Steuer- und Kontrolleinheit 35 gesteuert wird, die vorzugsweise aus einem elektronischen Rechner besteht oder einen solchen umfaßt. Mit Hilfe des Regelventils 30 läßt sich die Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit des Absperrkörpers 28 regeln. Gleichzeitig können Zwischenstellungen zwischen der Offen- und der Schließstellung des Absperrkörpers 28 angefahren werden.

[0015] Die dargestellte bevorzugte Volumenstromänderung erfolgt obertägig, jedoch kann grundsätzlich die Änderung in jedem Bereich stromab der Pumpe(n) vorgenommen werden, der sich stromauf des untertägigen Sensors befindet, der die Volumenstromänderung erfaßt.

[0016] Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist im Gehäuse 6 des Bohrwerkzeugs 4 eine von der Spülmittelströmung im Bohrstrang 2 beaufschlagte Turbine 36 vorgesehen, deren Leitring 37 fest mit dem Gehäuse 6 verbunden ist und deren Rotor 38 auf einem zentralen, über einen Statorträger- und -Zentrierteil 39 im Gehäuse 6 festgelegten Stützkörper 39 über Lager 40, 41 abgestützt ist, so daß der rotierende Schaufelkranz 42 in Richtung des Pfeils 43 umlaufen kann. Der Turbinenrotor 38 bildet gleichzeitig das Rotorgehäuse eines Generators, der Magnete 44 trägt und ein Wicklungspaket 45 umläuft, das auf dem Stützkörper 39 angebracht ist. Die Ausgangsspannung liegt über eine elektrische Verbindungsleitung 46 an einer schematisch bei 47 angedeuteten elektronischen Verarbeitungseinheit an, die zugleich den Informationsempfänger bildet und beispielsweise Teil eines elektronischen Steuergerätes für das Richtbohrwerkzeug 4 sein kann.

[0017] Zur Durchführung eines Informationsübermittlungsvorganges von obertägig vorliegenden Informationen an den untertägigen Informationsempfänger 47 wird während des ununterbrochenen Bohrbetriebs das Absperrorgan 24, 24' im Sinne eines Öffnens der Abzweigleitung 23 betätigt, wodurch in der Spülmittelströmung im Bohrstrang 2 und auch im Bereich der Turbine 36 eine Minderung des Volumenstroms eintritt, die eine Verringerung der Drehzahl des Rotors 38 der Turbine 36 zur Folge hat. Diese Drehzahländerung, die der Volumenstromänderung proportional ist, wird vom Informationsempfänger 47 als Signal erfaßt, der beispielsweise die Nulldurchgänge in Fig. 6 dargestellten Wicklungsspannungskurve 48 über der Zeit pro Zeiteinheit zählt. In Fig. 6 ist die Wicklungsspannung der Ordinate

49 und die Zeit der Abzisse 50 des Koordinatenkreuzes zugeordnet, und die Zeitspanne 51 entspricht der einer vollen Umdrehung des Turbinen/Generatorrotors 38.

[0018] Durch Schließen des Absperrorgans 24, 24' erhöht sich der Volumenstrom des Spülmittels 14 im Bereich der Turbine 38 mit der Folge, daß die Erhöhung vom Informationsempfänger 47 als weiterverarbeitbares Signal verstanden wird.

[0019] Anstelle der bevorzugten Turbinen/Generator-Kombination, die in vielen Anwendungsfällen zur Versorgung untertägiger Verbraucher ohnehin benötigt wird, kann auch jedes andere geeignete Volumenstrommeßgerät Anwendung finden. Auch kann anstelle eines Generators auch irgendein anderer Drehzahlsensor der Turbine zugeordnet sein, beispielsweise solche, die nach dem Lochscheiben- oder Fliehkraftprinzip arbeiten.

[0020] Entsprechend der Art der Betätigung und der Ausgestaltung des Absperrorgans kann den Volumenstromänderungen ein pulsformiger Verlauf vorgegeben werden, wie er beispielsweise durch den Kurvenzug 52 in Fig. 4 veranschaulicht wird, die die Änderung des Volumenstroms über der Zeit veranschaulicht.

[0021] Der Verlauf bzw. die Steilheit der Pulsflanken 53 hängt dabei von der Art und der Geschwindigkeit ab, mit der der Absperrkörper der Absperrorgans 24, 24' betätigt wird. Entsprechend den Volumenstromänderungen ändert sich auch die Generatorspannung, wie das der Fig. 5 entnommen werden kann, in der die Generatorspannung über der Zeit beispielhaft aufgetragen ist.

[0022] Zur Variation des Pulsverlaufes kann der Zeitraum zwischen dem Beginn und dem Ende einer Teilstromabzweigung, der Anteil des abgezweigten Teilstroms an dem von der Spülpumpe 15 gelieferten Spülmittelgesamtstrom und/oder der zeitliche Verlauf variiert werden, mit der die Abzweigung von Spülmittel begonnen und/oder beendet wird. Bevorzugt stellen die Volumenstromänderungen als digitale Folge codierte Signale dar, die beliebige gewünschte Folgeaktionen auslösen können.

[0023] Die Informationsübertragung ist von der Art der Information, die übertragen werden soll, unabhängig. Es können sowohl Steuersignale für ein Richtbohrwerkzeug, Signale zum Umschalten von Betriebsmodi einzelner Komponenten des Untertagesystems, Teufeninformationen, Stopp- und Startsignale an einen untertägigen Sender etc. übertragen werden, so daß die erfindungsgemäße Informationsübertragung universellen Einsatz finden kann. Bei Ausbildung des Steuergerätes als elektronischer Rechner besteht auch die Möglichkeit zu automatischen Informationsaustauschvorgängen im Sinne einer automatischen Reaktion auf den Informationsinhalt empfangener Daten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von obertägig vorlie-

genden Informationen an einen in einem Bohrloch untertage befindlichen Informationsempfänger, insbesondere ein Empfangsgerät in einem Bohrwerkzeug, während des Bohrbetriebs, bei dem von zumindest einer obertägigen Spülpumpe ein Spülmittel im Kreislauf aus einem Spülungstank abwärts durch das Innere eines Bohrstranges und eines Bohrkopfes und aufwärts im Ringraum zwischen Bohrstrang und Bohrlochwandung und weiter zum Spülungstank umgepumpt, zur Informationsübermittlung der Volumenstrom des Spülmittels verändert und die Veränderung vom Informationsempfänger erfaßt und ausgewertet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Spülpumpe erzeugte Volumenstrom des Spülmittels in einem stromab der Spülpumpe gelegenen Bereich verändert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Volumenstrom durch Abzweigung eines Teilstromes von dem von der Spülpumpe erzeugten Volumenstrom des Spülmittels verändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der abgezweigte Teilstrom in den Spülungstank rückgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitraum zwischen dem Beginn und dem Ende einer Teilstromabzweigung variiert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des abgezweigten Teilstroms an dem von der Spülpumpe gelieferten Spülmittelgesamtstrom variiert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß am Beginn und/oder am Ende eines Abzweigungsvorganges der Anteil des abgezweigten Teilstroms am Spülmittelgesamtstrom stufenlos oder in mehreren Stufen von Null auf Maximalwert erhöht bzw. von Maximalwert auf Null vermindert wird.

7. Vorrichtung zur Übertragung von obertägig vorliegenden Informationen an einen in einem Bohrloch untertage befindlichen Informationsempfänger (47), insbesondere ein Empfangsgerät in einem Bohrwerkzeug (4), während des Bohrbetriebs, mit einem Spülungstank (13), zumindest einer Spülpumpe (15), einer an die Spülpumpe (15) angeschlossenen, zum oberen Ende des Bohrstranges (2) führenden Vorlaufleitung (16) und einem auf Änderungen des Volumenstroms im Bohrstrang (2) ansprechenden, dem Informations-

- empfänger zugeordneten Sensor, dadurch gekennzeichnet, daß an die Vorlaufleitung (16) eine von einem Absperrorgan (24;24') gesteuerte Abzwegleitung (23) angeschlossen und als Sensor ein Volumenstrommeßgerät (36,38,44,45) vorgesehen ist. 5
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Volumenstrommeßgerät eine von der Spülmittelströmung im Bohrstrang (2) beaufschlagte, im Gehäuse (6) des Bohrwerkzeugs angeordnete Turbine (36) vorgesehen ist, deren Rotor (38) mit einem dessen Drehzahl erfassenden Meßwertgeber gekoppelt ist. 10
9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßwertgeber ein vom Rotor (38) der Turbine (36) angetriebener Generator (44,45) vorgesehen ist, dessen Ausgangsspannung in einer Relation zum Volumenstrom steht. 15
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Absperrkörper (28) des Absperrorgans (24,24') in der Abzwegleitung (23) von einem durch ein elektronisches Steuergerät steuerbaren Antrieb (25;29) betätigbar ist. 20
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Antrieb ein von einem Regelventil (30) mit Druckmittel beaufschlagbarer Druckmittelantrieb (29) vorgesehen ist. 25
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelventil (30) an eine Druckluftquelle (31) angeschlossen und in einer Anschlußleitung (33) ein vom elektronischen Steuergerät (35) betätigbares Schaltventil (34) angeordnet ist. 30
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Steuergerät ein elektronischer Rechner vorgesehen ist. 35
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abzwegleitung (23) stromab des Absperrorgans (24;24') eine Drossel (27) angeordnet ist. 40
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Abzwegleitung (23) in den Spülungstank (13) mündet. 45
- Claims** 55
1. A method of transmitting data present at the surface to a data receiver disposed underground in a bore hole, in particular a receiver unit in a drilling implement, during drilling operations, and in which at least one surface-mounted drilling mud pump pumps a circulating medium around in a circuit from a drilling mud tank downwards through the interior of a drill line and a drill head and upwards in the annular space between drill line and bore hole wall and on to the drilling mud tank, the volumetric flow of circulating medium being altered in order to transmit data and the alteration being detected and evaluated by the data receiver, characterised in that the volumetric flow of circulating medium generated by the drilling mud pump is altered in a zone situated downstream of the said pump.
2. A method according to claim 1, characterised in that the volumetric flow is altered by branching a partial flow from the volumetric flow of circulating medium which is generated by the drilling mud pump.
3. A method according to claim 2, characterised in that the branched-off partial flow is fed back to the drilling mud tank.
4. A method according to one of claims 1 to 3, characterised in that the length of time between the start and finish of a partial flow being branched off is varied.
5. A method according to one of claims 1 to 4, characterised in that the branched-off partial flow is varied in its proportion of the total flow of circulating medium which is delivered by the drilling mud pump.
6. A method according to one of claims 1 to 5, characterised in that at the start and/or at the end of a branching-off process the proportion of the total flow of circulating medium which is represented by the branched-off partial flow is increased from zero to maximum or is reduced from maximum to zero, in either case steplessly or in several stages.
7. An apparatus for transmitting data available on the surface to a data receiver (47), particularly a receiver unit in a drilling tool (3) disposed underground in a bore hole, during drilling operations, with a drilling mud tank (13), at least one drilling mud pump (15), a main pipe (16) connected to the drilling mud pump (15) and leading to the top end of the drill line (2) and a sensor associated with the data receiver and responding to variations in the volumetric flow in the drill line (2), characterised in that a branch pipe (23) controlled by a shut-off valve (24, 24') is connected to the main pipe (16), and a volumetric flow meter (36, 38, 44, 45) is provided as sensor.
8. An apparatus according to claim 7, characterised in that the volumetric flow meter provided is a turbine

(36) disposed in the housing (6) of the drilling tool and subject to the flow of circulating medium in the drill line (2) and of which the rotor (38) is coupled to a measured value transmitter which detects the rotary speed of said rotor.

9. An apparatus according to claim 7, characterised in that the measured value transmitter provided is a generator (44, 45) driven by the rotor (38) of the turbine (36) and the output voltage of which is related to the volumetric flow.
10. An apparatus according to one of claims 7 to 9, characterised in that the shut off member (28) of the shut off valve (24, 24') in the branch pipe (23) can be actuated by a drive (25, 29) adapted to be controlled by an electronic control
11. An apparatus according to claim 10, characterised in that the drive provided is a pressurised medium drive (29) subject to the action of a pressurised medium exerted by a control valve (30).
12. An apparatus according to claim 11, characterised in that the control valve (30) is connected to a compressed air source (31) and in that a switching valve (34) adapted to be actuated by an electronic control device (35) is disposed in a connecting line (33).
13. An apparatus according to one of claims 10 to 12, characterised in that an electronic computer is provided as the control device.
14. An apparatus according to one of claims 7 to 13, characterised in that a throttle (27) is disposed in the branch pipe (23) downstream of the shut off valve (24, 24').
15. An apparatus according to one of claims 7 to 14, characterised in that the branch pipe (23) discharges into the drilling mud tank (13).

Revendications

1. Procédé de transmission d'informations présentes en surface à un récepteur d'informations se trouvant au fond d'un trou de forage, en particulier un récepteur dans un outil de forage, au cours de l'opération de forage, dans lequel un agent d'injection est pompé en circuit par au moins une pompe à boue située en surface d'un réservoir à boue vers le bas à travers l'intérieur d'un train de tiges de forage et d'une tête de forage et vers le haut dans l'espace annulaire compris entre le train de tiges de forage et la paroi du trou du forage et ensuite vers le réservoir à boue, le débit volumétrique d'agent

d'injection est modifié lors de la transmission d'informations et la modification est captée et exploitée par le récepteur d'informations, caractérisé en ce que le débit volumétrique de l'agent d'injection produit par la pompe à boue est modifié dans une zone située en aval de la pompe à boue.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le débit volumétrique est modifié par dérivation d'un débit partiel du débit volumétrique de l'agent d'injection produit par la pompe à boue.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le débit partiel dérivé est renvoyé dans le réservoir à boue.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'intervalle de temps compris entre le début et la fin d'une dérivation de débit partiel est modifié.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la fraction du débit partiel dérivé est modifiée par rapport au débit total d'agent d'injection délivré par la pompe à boue.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'au début et/ou à la fin d'une opération de dérivation, la fraction du débit partiel dérivé par rapport au débit total d'agent d'injection est augmentée graduellement ou par plusieurs étapes de la valeur zéro à la valeur maximale ou selon le cas est réduite de la valeur maximale à zéro.
7. Dispositif de transmission d'informations présentes en surface à un récepteur d'informations (47) se trouvant au fond d'un trou de forage, en particulier un récepteur dans un outil de forage (4), au cours de l'opération de forage, avec un réservoir à boue (13), au moins une pompe à boue (15), une conduite d'amenée (16) raccordée à la pompe à boue (15) et menant à l'extrémité supérieure du train de tiges de forage (2) et un capteur affecté au récepteur d'informations et sensible à des modifications du débit volumétrique dans le train de tiges de forage (2), caractérisé en ce qu'une conduite de dérivation (23) commandée par un organe d'arrêt (24; 24') est raccordée à la conduite d'amenée (16) et en ce qu'il est prévu comme capteur un appareil de mesure de débit volumétrique (36, 38, 44, 45).
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il est prévu comme appareil de mesure de débit volumétrique une turbine (36) agencée dans le boîtier (6) de l'outil de forage et alimentée par l'écoulement d'agent d'injection dans le train de tiges de forage (2), turbine dont le rotor (38) est cou-

plé à un capteur de mesure enregistrant son nombre de tours.

9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il est prévu comme capteur de mesure un générateur (44, 45) entraîné par le rotor (38) de la turbine (36), dont la tension de sortie est en rapport avec le débit volumétrique. 5
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que le corps d'arrêt (28) de l'organe d'arrêt (24, 24') dans la conduite de dérivation (23) peut être actionné par un entraînement (25; 29) qui peut être commandé par un appareil de commande électronique. 10 15
11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il est prévu comme entraînement un entraînement par un agent sous pression (29) qui peut être alimenté en agent sous pression au moyen d'une soupape de réglage (30). 20
12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que la soupape de réglage (30) est raccordée à une source d'air comprimé (31) et une soupape de commutation (34) qui peut être actionnée par l'appareil de commande électronique (35) est agencée dans une conduite de raccordement (33). 25
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce qu'il est prévu comme appareil de commande un calculateur électronique. 30
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, caractérisé en ce qu'un étranglement (27) est agencé dans la conduite de dérivation (23) en aval de l'organe d'arrêt (24; 24'). 35
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 14, caractérisé en ce que la conduite de dérivation (23) débouche dans le réservoir à boue (13). 40

45

50

55

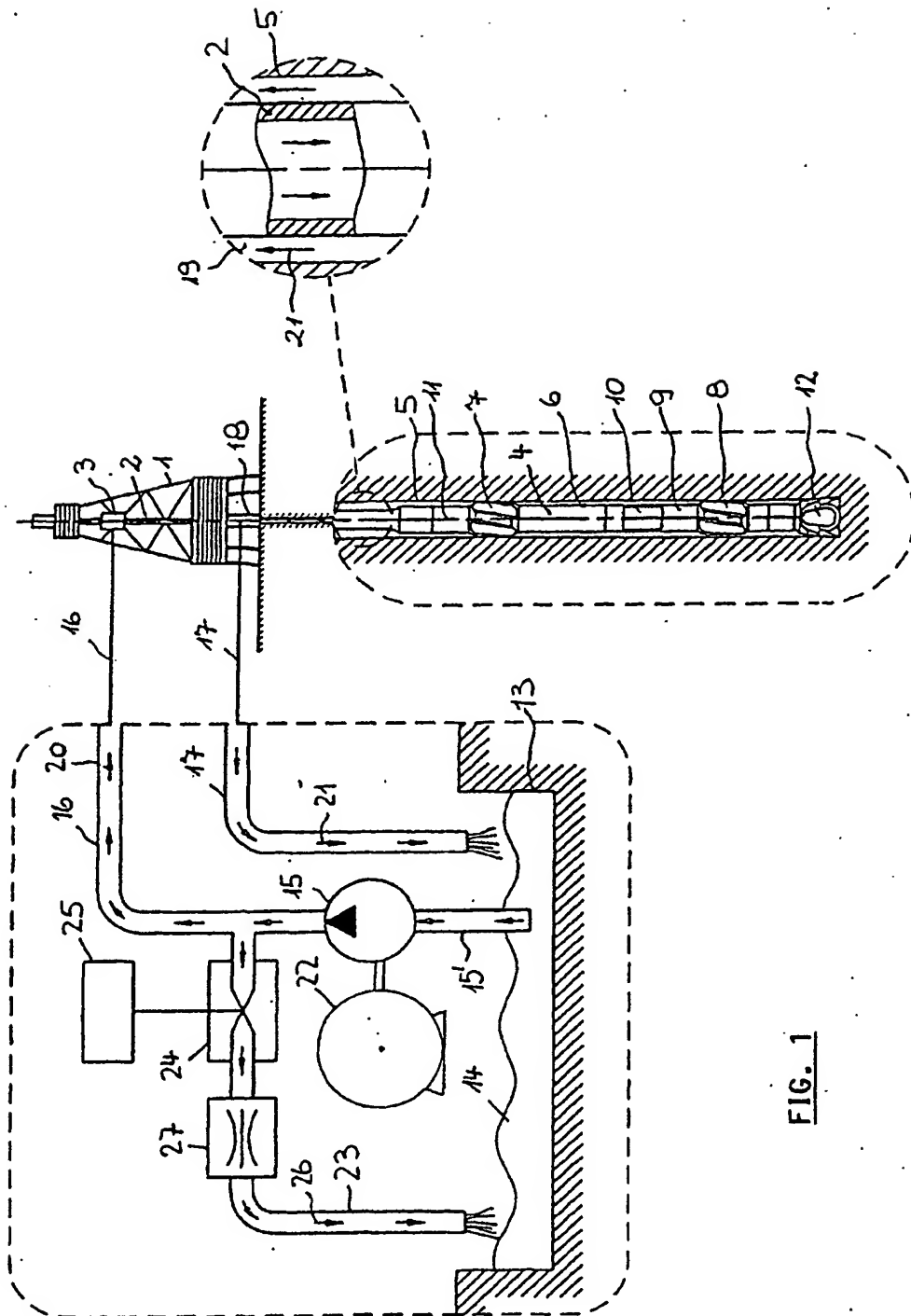
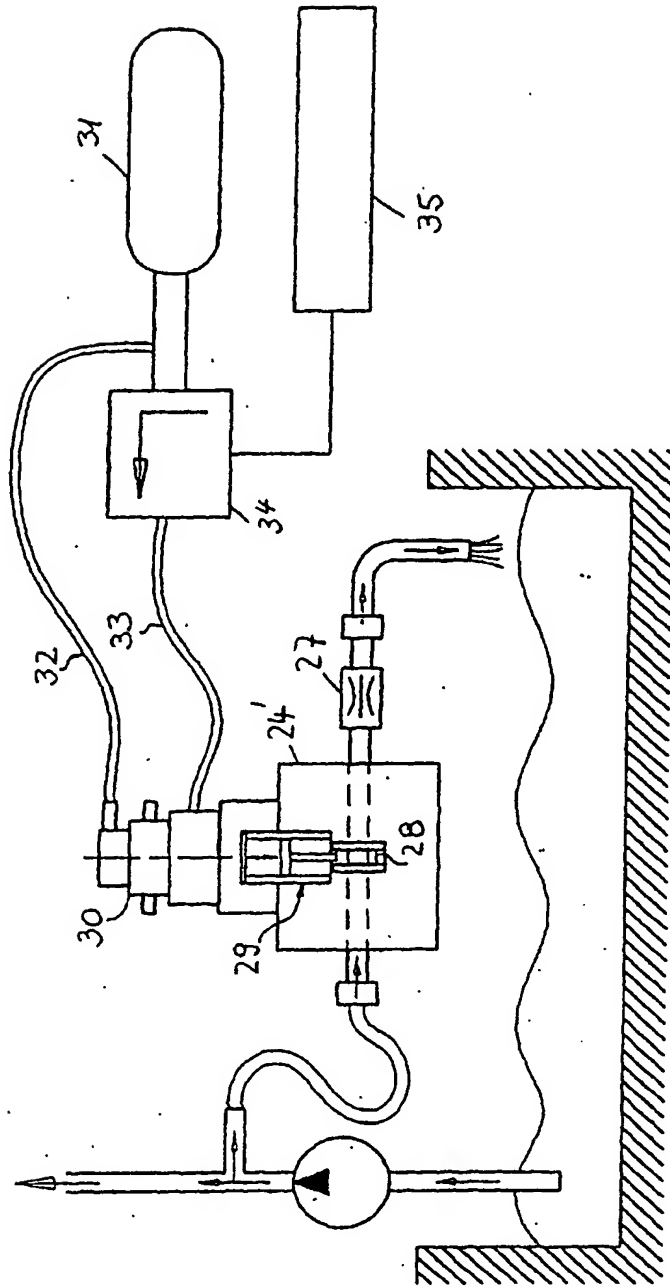


FIG. 1

FIG. 2



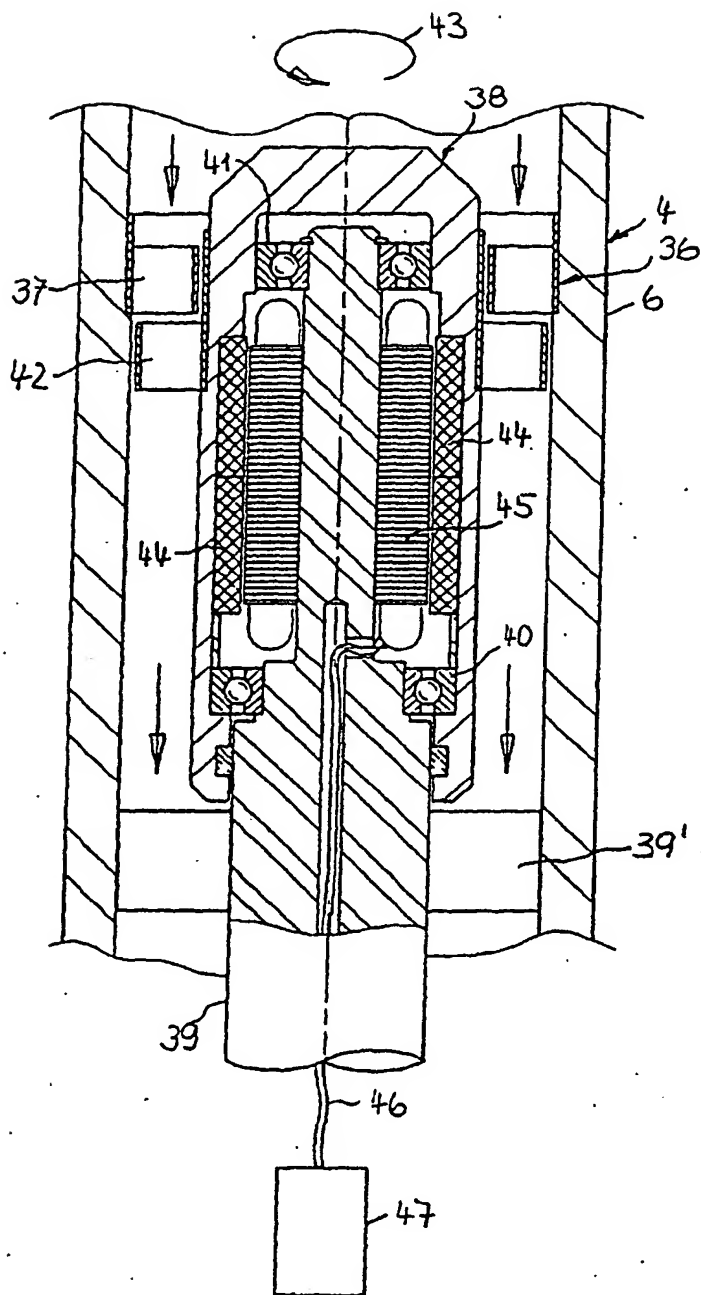


FIG. 3

FIG. 4

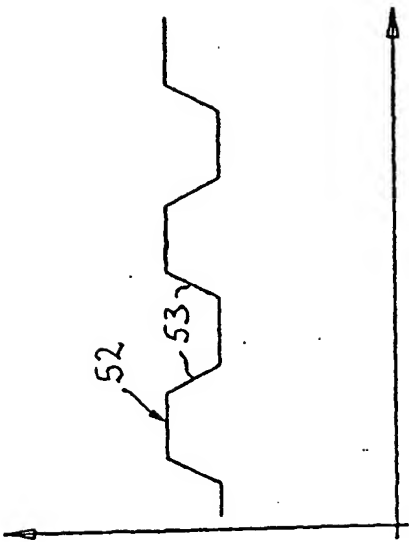


FIG. 5

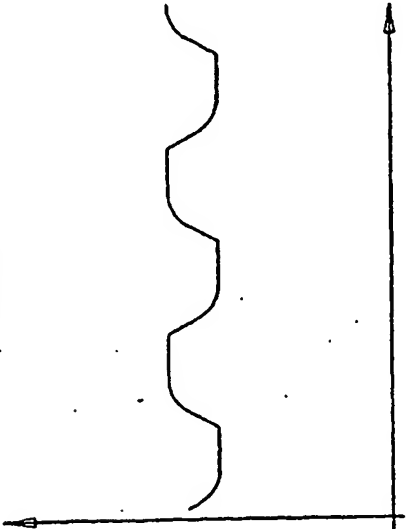
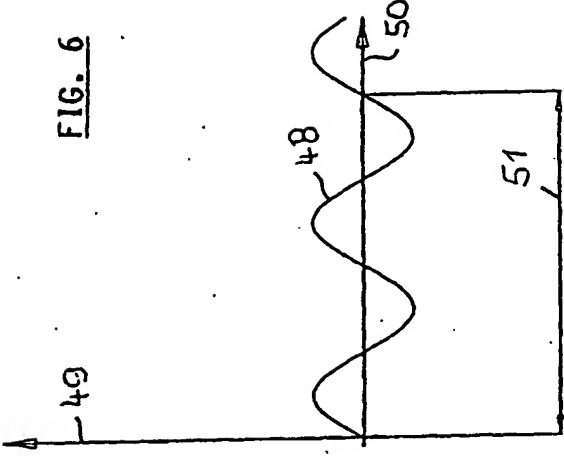


FIG. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.